

九州南部に分布する赤黄色土(古赤色土)の産状

誌名	日本土壤肥料學雜誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	赤木,功 井上,弦 長友,由隆
発行元	日本土壤肥料學會
巻/号	74巻5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 623-630
発行年月	2003年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



九州南部に分布する赤黄色土（古赤色土）の産状*

赤木 功**・井上 弦***・長友由隆***

キーワード 赤黄色土（古赤色土）、九州南部、理化学性、地形学的分布、生成年代

1. はじめに

わが国では、開発に伴う自然破壊や土地改変によって、ここ数十年の間に貴重な土壌資源が急速に失われつつあり、特に、日本本土の丘陵地に散在する赤黄色土は近い将来その消滅が危惧されている土壌（レッド・データ土壌）の一つとしてあげられている¹⁾。わが国に分布する赤黄色土は更新世の湿潤亜熱帯気候下で生成された古土壌の残存物、いわゆる「古赤色土」である²⁾とみなされ、土壌生成学的に極めて興味深い土壌であるばかりでなく、自然史の解明や古環境の復元のための試料としても貴重な存在である。

九州北部には古赤色土が広く分布していることが知られており、その土壌断面形態、理化学性、粘土鉱物組成などの諸性質について古くから調査・研究がなされてきた^{3~8)}。一方、これに対して、火砕流堆積物をはじめとするテフラが広く地形面を覆っている九州南部では古赤色土を見いだすことが極めて困難であり、わずかに地形・地質学分野の調査報告^{9~11)}にその存在が記載されている程度にすぎない。九州南部に分布する古赤色土の土壌学的性質を明らかにすることは日本本土から沖縄・南西諸島へと連なる赤黄色土の成因を解明する上で意義深いものと考えられる。

著者らは、これまで九州南部の宮崎平野、出水平野および種子島に古赤色土が分布することを見だし、それに挟在するテフラ層の同定・対比を試みてきた¹²⁾。本報では、これら古赤色土の地形学的分布、土壌断面形態、理化学的性質、粘土鉱物組成などの産状について報告する。

2. 調査および実験方法

野外調査は土壌調査ハンドブック¹³⁾に従っておこなった。なお、本報では色相が10Rないしは5YR、明度4以上、彩度6以上の鮮やかな赤色を呈した埋没土層を含む土壌を「古赤色土」として記載した。

一方、土壌の理化学性の分析は、粒径組成、有機炭素含

量、土壌 pH、陽イオン交換容量（CEC）および交換性塩基含量の5項目を定法¹⁴⁾に準じておこなった。すなわち、粒径組成は風乾細土を過酸化水素処理および超音波処理した後にピペット法のくり返しによって集めた粘土、シルトおよび砂（粗砂+細砂）の重量を測定して求めた。有機炭素含量はチューリン法、土壌 pH はガラス電極法（土壌：溶液=1:2.5）、CEC はショーレンベルガー改良法によった。交換性陽イオンは1 mol L⁻¹ 酢酸アンモニウム（pH 7）で交換溶出させ、原子吸光度あるいは炎光光度法で定量した。

粘土鉱物はX線回折法により同定した。粘土画分の試料を脱鉄処理した後、マグネシウム飽和粘土（以下、Mg-粘土）、カリウム飽和粘土（以下、K-粘土）を調製し、定方位法で測定した¹⁵⁾。Mg-粘土についてはグリセロール処理を、またK-粘土については加熱処理（300℃および550℃）をおこなった。X線回折の条件は、管電圧：40 kV、管電流：20 mA、対陰極：CuK α 線、フィルター：Ni である。

遊離酸化鉄の形態は、酸性シュウ酸塩可溶鉄（Fe_o）、ジチオナイト可溶鉄（Fe_d）および全鉄（Fe_t）含量を定量し、活性度（Fe_o/Fe_d）および結晶化指数 [(Fe_d-Fe_o)/Fe_t] を求めることで検討した。Fe_o 含量は酸性シュウ酸アンモニウム溶液、Fe_d 含量はジチオナイト-クエン酸ナトリウム溶液を用いてそれぞれ抽出し¹⁶⁾、原子吸光度法により定量した。Fe_t 含量は硝酸・過塩素酸-フッ化水素酸で分解後、原子吸光度法により定量した。

3. 調査地域の概要

九州南部において第四紀の地形発達史が詳しく調査・研究されている宮崎平野、出水平野および種子島を調査地域として選定した（図1）。

宮崎平野は日向灘沿岸に広がる海岸平野であり、沖積低地と標高200 m以下の更新世段丘からなる。平野の基盤は新第三紀の浅海性砂泥互層からなる宮崎層群であり、平野を取り囲む九州山地の大部分は白亜紀から古第三紀の四万十層群で構成される¹⁷⁾。宮崎地方気象台の観測値（1961~1990年）によると、宮崎市の年平均気温は17.0℃、年平均降水量は2434.6 mmで¹⁸⁾、暖かさの指数および乾湿指数はそれぞれ143.9℃年、17.2となり、照葉樹林気候に属する。現在、当地域に自然植生はほとんど残っていないが、西方の山地には照葉樹からなる自然林

* 本報告の一部は2002年9月日本土壌肥料学会九州支部例会において発表した。

** 宮崎大学農学部（現在、重点研究支援協力員：九州沖縄農業研究センター 861-1192 熊本県菊池郡西合志町大字須屋 2421）

*** 同上（889-2192 宮崎市園木花台西1-1）

2003年2月19日 受付・受理

日本土壌肥料学雑誌 第74巻 第5号 p.623~630 (2003)

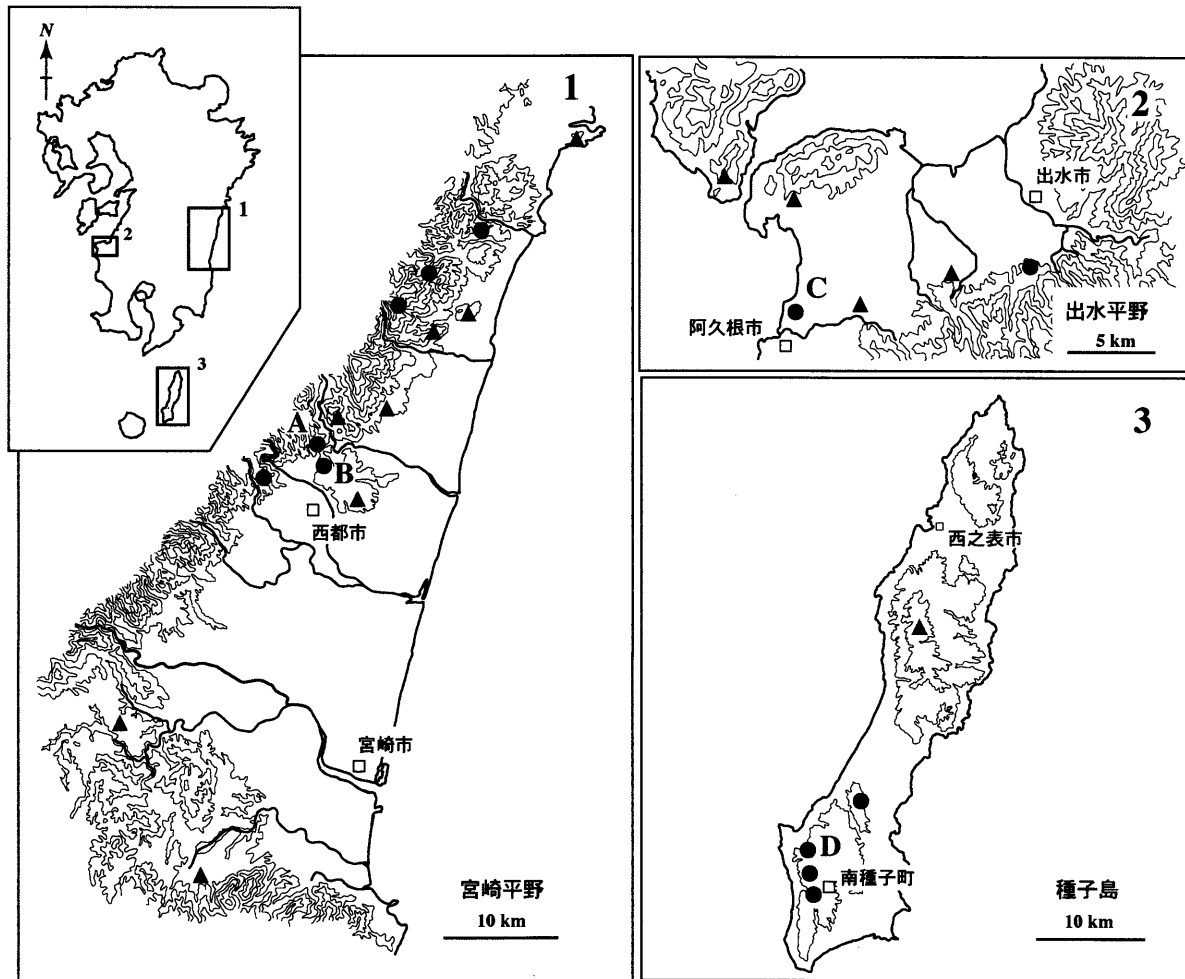


図1 九州南部の宮崎平野、出水平野および種子島で見いだされた古赤色土 (●) および赤色風化殻・赤色段丘礫 (▲) の分布位置

等高線の間隔: 100 m, 土壌断面: A, 穂北 (西都市); B, 東原 (西都市); C, 黒崎 (阿久根市); D, 椿山 (南種子町).

(九州中央山地国定公園綾地区)が存在する。

出水平野は鹿児島県北西部の八代海沿岸に位置し、扇状地の複合体からなる。平野の縁辺部には扇状地が離水した段丘が卓越し、西半部のものは開析が進み、なだらかな丘陵を形づくっている。沖積面および段丘は砂礫層を主とする様々な堆積物からなるが、これらの北西側および北東側の山地には肥薩火山岩類が、南側の山地には四万十層群が分布しており、いずれも段丘堆積物の基盤をなしている¹¹⁾。鹿児島地方気象台阿久根特定観測所の観測値 (1958~1976年)¹⁹⁾によると阿久根市の年平均気温は16.8℃、年平均降水量は2165.5 mmであり、暖かさの指数および乾湿指数はそれぞれ141.7℃年、15.4となり、照葉樹林気候に属する。

種子島は九州本土最南端の佐多岬の南東約35 kmに位置し、標高280 m以下のなだらかな丘陵と海岸段丘からなる。種子島の基盤は主に四万十層群からなる²⁰⁾。鹿児島地方気象台種子島特定観測所の観測値 (1958~1976年)¹⁹⁾によると西之表市の年平均気温は19.3℃、年平均降水量は2274.8 mmであり、暖かさの指数および乾湿指数はそ

れぞれ171.7℃年、14.6となり、照葉樹林気候に属する。

4. 結果および考察

1) 古赤色土の分布状況

野外調査によって明らかになった、古赤色土の分布地点を図1に示した。古赤色土は平野と山地の境界付近に発達する丘陵地や高位段丘などの古い地形面に限って分布し、中・低位段丘や沖積面では認められなかった。

地域ごとに見ていくと、宮崎平野において、古赤色土は標高150~200 mの高位段丘 (東原段丘・最高位段丘群)²¹⁾および標高200~500 m付近に発達する丘陵緩斜面に分布した。また、東原段丘より一段低位の茶臼原段丘^{10,21)} (標高120~150 m)を構成する段丘礫層の最上部は、礫の形状を残したまま軟質化した赤色のクサリ礫となっており、かつてこの段丘上に古赤色土が存在していたと考えられる。

出水平野において、古赤色土は平野東部の高位段丘 (小原段丘; 標高130 m)¹¹⁾および平野西部の丘陵地 (標高15 m)に分布していた。一方、西山ら¹¹⁾も報告しているよ

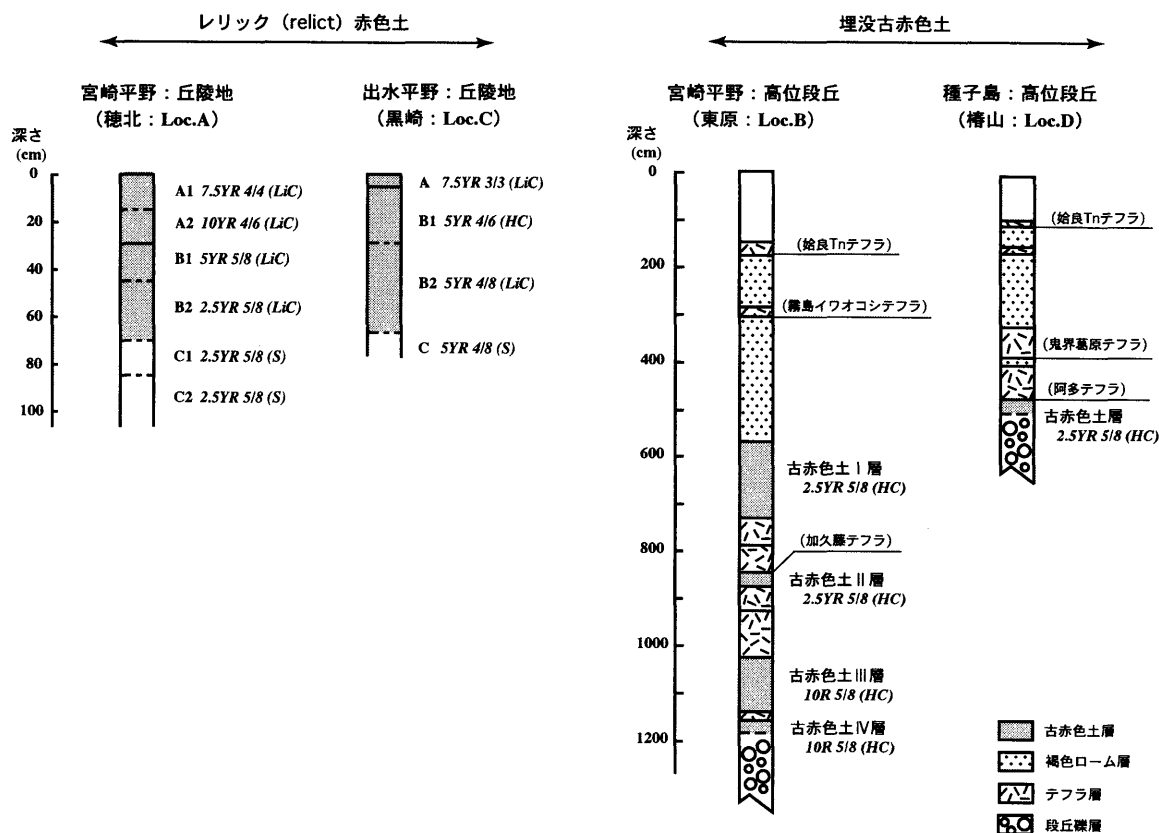


図2 古赤色土の堆積状態を示した柱状模式図
斜体文字は土色（マンセル表色系に準じる）および野外土性を示す。

うに、平野西部の開析段丘（小原段丘に対比される可能性がある）を構成する段丘礫層は最上部が赤色化したクサリ礫となっており、かつてこの段丘上にも古赤色土が存在していた可能性がある。

種子島において、古赤色土はH3段丘²²⁾と区分されている高位段丘（標高150～200 m）上に分布していた。また、標高280 m付近の西之表市十三番地区では、露出した四万十層の砂岩がスコップで削れるほどに軟質化した赤色風化殻となっていることが認められた。

2) 古赤色土の土壌断面形態

古赤色土の堆積状態を示す柱状模式図を図2に示した。

宮崎平野および出水平野の丘陵地に発達するものは、古赤色土が地表に露出して存在する、いわゆるレリック赤色土²³⁾であり、A-B-C層の層位分化が認められた。A層の層厚は宮崎平野の古赤色土の方がやや厚い傾向にあり、出水平野の黒崎断面では8 cmであったのに対し、宮崎平野の穂北断面では30 cmであった。穂北断面のA層中には鬼界アカホヤ²⁴⁻²⁶⁾と見られるテフラがパッチ状に挟まれていることが確認された。このようなテフラの混入が、宮崎平野における厚いA層の原因となっているものと考えられる。B層はいずれの古赤色土も細粒質で、ち密であった。B層の下半部は赤色風化した基盤岩の破片が含まれ、C層へと漸移していた。

一方、宮崎平野および種子島の高位段丘上に発達するも

のは、褐色ロームと呼ばれる風成堆積物層に厚く覆われて地表下深くに埋没して存在する、いわゆる埋没古赤色土²³⁾であった。このような累積土層からなる土壌断面の層位を野外において判定することは困難であり、ここでは古赤色土の層位の区分はできなかった。宮崎平野の東原断面では、古赤色土は挟在するテフラによって4層に分けられた（上位より古赤色土I層、II層、III層、IV層）。古赤色土I層と古赤色土II層の間に挟まれるテフラ層の下半部は加久藤テフラ（加久藤カルデラ起源；ca. 340 ka）^{25,26)}に同定・対比される¹²⁾。したがって、古赤色土II、IIIおよびIV層は少なくとも34万年前より以前に形成されたものとみなされる。一方、種子島の椿山断面において、古赤色土は鬼界葛原テフラ（鬼界カルデラ起源；ca. 90～95 ka）^{25,26)}および阿多テフラ（阿多カルデラ；ca. 95～110 ka）^{25,26)}に覆われて存在した。このようなテフラ層との層序関係から、古赤色土層は少なくとも11万年前より以前に形成されたものとみなされる。いずれの埋没古赤色土も極めて細粒質で、粘着性が大きく、乾燥状態では強く固結して塊状構造をなした。

3) 古赤色土の理化学性、粘土鉱物組成および遊離酸化鉄の存在形態

穂北および東原断面の古赤色土の理化学性を表1に示した。

粒径組成は粘土含量が高い傾向にあり、穂北で38～

表1 古赤色土の理化学的性質

土壌断面	層位・土層	粒径組成			土性	有機炭素 (g kg ⁻¹)	pH		CEC	交換性塩基				塩基飽和度 (%)
		砂	シルト	粘土			H ₂ O	KCl		Ca	Mg	K	Na	
		(%)					(cmol _c kg ⁻¹)							
穂北 (Loc. A)														
	A 1	34.8	14.0	51.2	HC	44.5	5.0	4.1	15.9	0.8	0.5	0.4	0.1	11.3
	A 2	35.9	14.5	49.6	HC	19.1	5.0	4.1	15.9	0.3	0.4	0.3	0.1	6.9
	B 1	40.5	17.8	41.7	LiC	6.5	5.0	3.8	8.7	0.3	1.0	0.2	0.2	9.2
	B 2	42.0	19.6	38.4	LiC	2.5	5.2	3.8	9.0	1.1	1.4	0.1	0.1	30.0
東原 (Loc. B)														
	古赤色土Ⅰ層 (上部)	11.5	13.0	75.5	HC	2.1	5.8	5.0	11.6	3.5	2.5	0.3	0.1	55.2
	古赤色土Ⅰ層 (下部)	15.1	14.4	70.6	HC	2.9	5.7	5.1	11.4	3.0	2.6	0.3	0.1	52.6
	古赤色土Ⅱ層	8.3	19.8	71.9	HC	2.7	5.6	4.6	13.5	5.2	3.0	0.5	0.3	66.7
	古赤色土Ⅲ層	13.4	13.9	72.8	HC	1.5	5.7	4.4	10.2	4.7	2.5	0.4	0.2	76.5
	古赤色土Ⅳ層	45.6	23.5	30.9	LiC	1.0	5.8	4.4	6.5	2.6	1.6	0.1	0.1	67.7

表2 古赤色土の粘土鉱物組成

土壤断面	層位・土層	Mg-1.4			Mg-1.0		Mg-0.7
		Sm	Vt	Vt-Ch	Mi	Kt (Hl)	Kt
穂北 (Loc. A)							
	A 1	—	+	+++	±	—	+++
	A 2	—	+	+++	±	—	+++
	B 1	—	++	++	±	—	+++
	B 2	—	++	++	++	—	+++
	C 1	±	—	+	+++	—	+++
	C 2	—	+	—	+++	—	+++
東原 (Loc. B)							
	古赤色土 I 層 (上部)	—	++	+	+	—	+++
	古赤色土 I 層 (下部)	—	++	+	+	—	+++
	古赤色土 II 層	—	—	±	++	+++	+
	古赤色土 III 層	—	+	±	+	+	+++
	古赤色土 IV 層	—	±	—	+++	—	+++

Sm, スメクタイト; Vt, パーミキュライト; Vt-Ch, パーミキュライト-クロライト中間種鉱物; Mi, 雲母粘土鉱物; Kt, カオリン鉱物 [Hl, ハロイサイト (10Å)].

+++ , 富む; ++ , 含む; + , あり; — , なし.

51%, 東原で 31~76% に達し, 軽埴土 (LiC) ないし重埴土 (HC) の土性を示した.

有機炭素含量は 2.5~44.5 g kg⁻¹ (穂北), 1.0~2.9 g kg⁻¹ (東原) の範囲にあり, 穂北断面の A 層を除けば, ほとんど有機物を含んでいないものと考えられた.

土壌 pH は, 穂北で 5.0~5.2 (H₂O), 3.8~4.1 (KCl), 東原で 5.6~5.8 (H₂O), 4.4~5.1 (KCl) の酸性の反応を示した. 東原の古赤色土は穂北のものより土壌 pH がやや高い傾向にあったが, これは塩基飽和度が高いことと対応している.

CEC は 9.0~15.9 cmol_c kg⁻¹ (穂北), 6.5~13.5 cmol_c kg⁻¹ (東原) の範囲にあった. 穂北断面の A 層を除く土壌では, 粘土含量が高いものほど CEC が高い傾向にあった. これら土壌は有機炭素含量が低いことから, CEC の主体は粘土鉱物が担っているものと考えられる. 粘土 1 kg あたりの CEC (CEC/粘土) は小さく, 21~31

cmol_c kg⁻¹ (穂北), 14~21 cmol_c kg⁻¹ (東原) の範囲にあった.

塩基飽和度は, 穂北では 7~30% であるのに対して, 東原では 53~77% とやや高い傾向にあった. このように東原の古赤色土において塩基飽和度が高い傾向にあるのは, その上位をテフラ層などに厚く覆われて堆積していることに原因があると考えられる. このように埋没古赤色土で塩基飽和度および土壌 pH が高い傾向にあることは, すでに山谷²⁷⁾ や加藤²⁸⁾ も指摘している.

以上のように, 本地域の古赤色土は細粒質で有機炭素含量が低く, 埋没状態のものを除けば, 塩基飽和度が低い傾向にあることで特徴づけられる. これは日本各地に分布する古赤色土と共通するものである.

X 線回折ピークの強度 (回折ピークの高さ) から推定された古赤色土の粘土鉱物の相対量を表 2 に示した. 古赤色土にはカオリン鉱物, パーミキュライト, パーミキュラ

イトークロライト中間種鉱物（以下、中間種鉱物）、雲母粘土鉱物を含んでいた。カオリン鉱物はいずれの古赤色土においても主体をなしており、低い粘土あたりの CEC (CEC/粘土) の原因になっているものと考えられる。これは日本各地の古赤色土に共通するものである^{3,29)}。

それぞれを見ると、穂北の A および B 層はカオリン鉱物、パーミキュライトないし中間種鉱物が優占していた。基盤岩（固結堆積岩）の風化物層である C 層にはカオリ

ン鉱物および雲母粘土鉱物が豊富に含まれていることから、A および B 層のカオリン鉱物は基盤岩に直接由来するもの、パーミキュライトおよび中間種鉱物は雲母鉱物の風化生成物と推察される。一方、東原の粘土鉱物組成は土層によってそれぞれ差異が認められた。古赤色土 I および III 層はカオリン鉱物を主体とし、パーミキュライトないし中間種鉱物を随伴していた。これは古赤色土 I 層を覆う褐色ローム層の粘土鉱物組成³⁰⁾と酷似するものである。古赤色土 III 層は 1.0 nm に回折ピークをもつカオリン鉱物 [ハロサイト (10 Å)] を主体とした。古赤色土 IV 層はカオリン鉱物および雲母粘土鉱物を主体とした。このように土層間で粘土鉱物組成が異なるのは、それぞれの母材の由来が異なることを示唆するものと考えられる。

古赤色土の遊離酸化鉄の存在形態について、 Fe_o 含量は $0.8 \sim 5.9 \text{ g kg}^{-1}$ (穂北)、 $0.6 \sim 1.7 \text{ g kg}^{-1}$ (東原) の範囲にあり、いずれも 10 g kg^{-1} 未満であったのに対し、 Fe_d 含量は $14.0 \sim 35.0 \text{ g kg}^{-1}$ (穂北)、 $35.4 \sim 44.7 \text{ g kg}^{-1}$ (東原) とはるかに高い値を示した。永塚^{31,32)}の提案した遊離酸化鉄の活性度 (Fe_o/Fe_d) および結晶化指数 [$(Fe_d - Fe_o)/Fe_t$] の関係図 (図 3) から判断すると、穂北および東原の古赤色土は、穂北 A 層を除けば、いずれも活性度 ≤ 0.4 、結晶化指数 ≥ 0.5 の範囲 (R 領域) に入り、日本各地の古赤色土と類似した遊離酸化鉄の形態を有しているといえる。

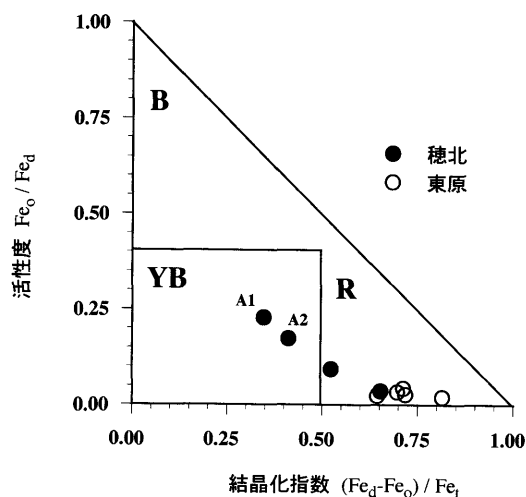


図 3 古赤色土の遊離酸化鉄の活性度および結晶化指数の関係図

図中の R (古赤色土) 領域, YB (黄褐色森林土) 領域, B (褐色森林土) 領域は永塚^{31,32)}を基とした。

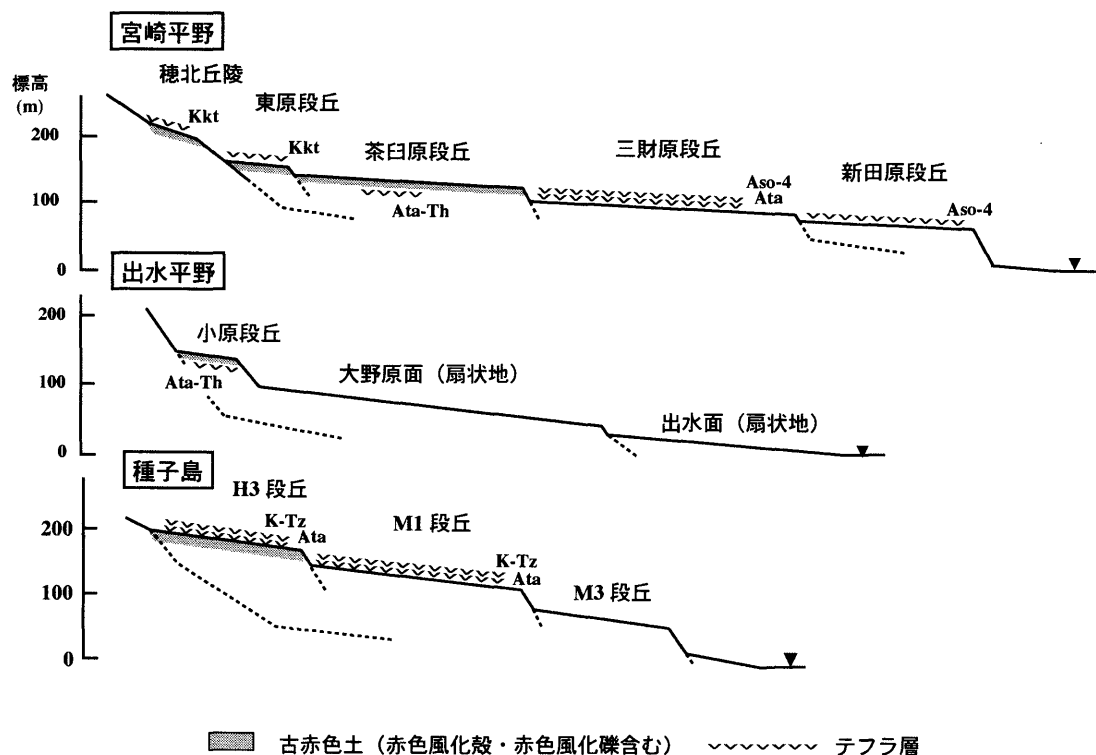


図 4 九州南部の宮崎平野、出水平野および種子島における古赤色土の分布と地形面との関係
Kkt, 加久藤テフラ; Ata-Th, 阿多鳥浜テフラ; Aso-4, 阿蘇4テフラ; Ata, 阿多テフラ; K-Tz, 鬼界葛原テフラ。

4) 地形学的分布を基にした古赤色土の生成年代についての考察

わが国において、古赤色土の分布域と地形面との間に一定の規則性が認められることはよく知られている^{6,7,9,29)}。すなわち、古赤色土は高位段丘やその背後の丘陵地に分布し、中位段丘以下の地形面上ではほとんど認められない。図4は宮崎平野、出水平野ならびに種子島における地形面と古赤色土の分布状況を模式的に示したものである。これからわかるように、古赤色土の分布の規則性は九州南部においても明らかに認められる。

ところで、最近、テフラの年代測定技術がめざましく向上し、テフラ層序の調査・研究が進んできたことに伴い、九州南部の更新世地形の発達史がかなり明らかにされてきた^{17,21,33)}。ここで、本地域の地形発達史についての最近の知見を基に、古赤色土の生成年代について考察を試みた。

宮崎平野の東原段丘は加久藤テフラに覆われる¹²⁾ものの、小林笠森テフラ(小林カルデラ起源; ca 500 ka)^{25,26)}には覆われないことから、40~50万年前頃に離水したものとみなされている^{17,21)}。一方、茶臼原段丘は段丘堆積物層中に阿多鳥浜テフラ(阿多カルデラ起源; 200~250 ka)^{25,26)}を挟む^{10,12)}ことから20万年前頃に離水したものとみなされている^{17,21)}。したがって、少なくとも東原段丘および茶臼原段丘が離水した後、すなわち約40~50万年前以降および20万年前以降に赤色土の生成があったものと考えられる。

出水平野の小原段丘は段丘堆積物層中に阿多鳥浜テフラ(20~25万年前噴出)を挟む^{12,34)}ことから20万年前後に離水したものとみなされている^{17,35)}。したがって、少なくとも小原段丘の離水後、すなわち20万年前以降に赤色土の生成があったものと推定される。

種子島のH3段丘は、最終間氷期極相(11~13万年前頃)に離水したものとみなされているM1段丘より一段高位の段丘であることから、約20万年前頃に離水したものと推定されている^{36,37)}。したがって、H3段丘の離水後の約20万年前より以降に赤色土の生成があったものと考えられる。

また一方、宮崎平野および種子島において、最終間氷期極層に形成されたとみなされる中位段丘(三財原段丘およびM1段丘)^{36,38)}に古赤色土が存在しないことから、最終間氷期より以降には赤色土が形成されていないと判断される。

以上を総合すると、九州南部において、少なくとも40~50万年前より以降、11~13万年前(最終間氷期)以前の間に赤色土が生成されていたことは間違いないものと考えられる。

図5はBassinot et al.³⁹⁾によって報告された、過去50万年の海面変動をあらわす酸素同位体比曲線を示したものである。これによれば、以上に推測された古赤色土の生成時期には、少なくとも酸素同位体ステージ5.5, 7, 9および11の高海面期にあたる温暖期が存在する。これら温暖

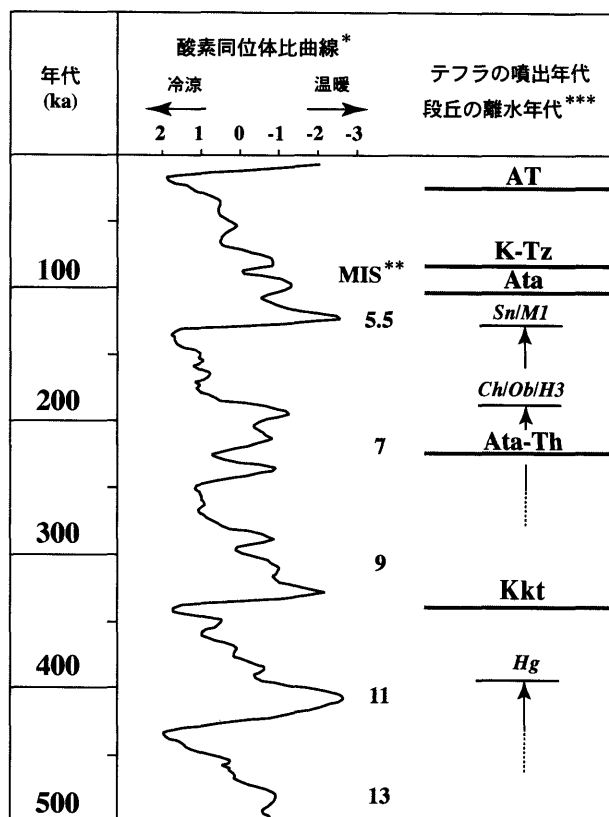


図5 過去50万年の酸素同位体比曲線とテフラの噴出年代、段丘の離水年代との対比

* Bassinot et al.³⁹⁾より引用。

** 酸素同位体ステージ (Marine isotope stage)。

*** AT, 始良 Tn テフラ; K-Tz, 鬼界葛原テフラ; Ata, 阿多テフラ; Ata-Th, 阿多鳥浜テフラ; Kkt, 加久藤テフラ; Sn/M1, 三財原/M1段丘; Ch/Ob/H3, 茶臼原/小原/H3段丘; Hg, 東原段丘。

な気候条件が赤色土の生成を促進させたことは十分に考えられる。

しかしながら、最近の古環境に関する知見と比較すると、これら温暖期は東アジアにおいて赤色土が卓越している中国東岸の湿潤亜熱帯の気候条件⁴⁰⁾と必ずしも一致するものではない。例えば、植物化石の標本群における広葉樹の占有率から推定された九州地方の過去300万年間の年平均気温の変化⁴¹⁾によると、50万年前から35万年前までのある一時期に現在よりやや温暖(年平均気温19℃程度)な時期があったものの、この時期以外は温暖期でも現在とほぼ同じかより冷涼であったとされる。

以上の事実は、古赤色土を単に湿潤温暖気候下の産物とみなす従来の見解と矛盾するものである。この点については、これまでもしばしば指摘されてきた^{42~44)}。例えば、荒木⁴⁵⁾は赤黄色土の成因を、気候変化を取り込んだ、地質学的オーダーの中で進行する風化プロセスに求めるべきであると提案している。

ここでは、地形学的分布と最近の地形発達史の知見から古赤色土の生成年代を推測したが、その成因の解明には、さらなる検討が必要である。これについては、今後、古生

物学的指標による古環境の復元,あるいは,風化指標による土壌の風化過程の把握といった調査・研究事例を整理し,互いを関連づけていくことで,解明の手掛かりを得たいと考える。

5. 要 約

九州南部に分布する赤黄色土（古赤色土）の堆積状態,理化学性,粘土鉱物組成および遊離酸化鉄の存在形態について調べた。また,古赤色土の地形学的分布からその生成年代について推定を試みた。得られた結果は以下のとおりである。

1) 宮崎平野,出水平野および種子島のいずれの地域においても,古赤色土は高位段丘および丘陵地といった古い地形面に限って分布が認められた。宮崎平野および種子島の高位段丘上では褐色ローム層に覆われた埋没状態で存在した。

2) 古赤色土は粘土含量が高く,緻密であり,有機炭素含量が低く,埋没状態のものを除けば塩基飽和度が低い傾向にあった。また,粘土鉱物組成はカオリン鉱物が優占し,粘土あたりの CEC は低い値を示した。遊離酸化鉄の活性度は 0.4 以下,結晶化指数は 0.5 以上の範囲にあり,日本各地の古赤色土とほぼ共通した値を示した。

3) 最近の段丘形成史の知見を基に考察すると,少なくとも 40~50 万年前から 11~13 万年前(最終間氷期)の間に古赤色土の生成がおこなわれていたものと推定された。

謝 辞 現地調査に際し,長崎大学教育学部助教授 長岡信治博士ならびに京都大学防災研究所(現在,徳島大学総合科学部助手)西山賢一博士に多大なるご指導とご協力をいただいた。また,本研究をとりまとめるにあたって,九州沖縄農業研究センター環境資源研究部の方々に適切なご助言をいただいた。ここに記して感謝を表します。

文 献

- 1) 土壌版レッドデータブック作成準備委員会：わが国の失われつつある土壌の保全をめざして～レッド・データ土壌の保全～, p. 88, 日本ペドロロジー学会, つくば (2000)
- 2) 農業環境技術研究所：農耕地土壌分類第 3 次改訂版, 農業環境技術研究所資料, **17**, 18~28 (1995)
- 3) 菅野一郎・松井 健・岡田久江：北九州福岡市外香椎の赤色土, 土肥誌, **21**, 93~98 (1950)
- 4) 菅野一郎・永井政雄・有村玄洋：久留米市東南方高良台洪積台地の赤色土, 同上, **23**, 109~111 (1952)
- 5) 菅野一郎：日本の主要土壌型の生成・分類学的研究 第 2 編 赤黄色土, 九州農業試験場彙報, **7**, 187~306 (1961)
- 6) 黒鳥 忠・大政正隆：赤色土壌の研究 九州地方の赤色土とこれにともなう黒色土壌について, 林野土壌調査報告, **13**, 1~88 (1963)
- 7) 松井 健：筑後平野周辺の赤色土の産状と生成時期—西南日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的研究 第 1 報, 資源科学研究所彙報, **60**, 1~12 (1963)
- 8) 江頭和彦・中井誠司：北部九州に分布する赤黄色土の母岩と粘土鉱物組成の関係, 土肥誌, **56**, 249~250 (1985)
- 9) 成瀬 洋：西南日本太平洋岸地域の海岸段丘に関する 2・3 の考察, 大阪経大論集, **99**, 89~126 (1974)
- 10) 遠藤秀典・鈴木祐一郎：妻および高鍋地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), p. 105, 地質調査所, 鹿児島 (1986)
- 11) 西山賢一・横田修一郎・岩松 暉：鹿児島県出水平野の地質構造, 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), **28**, 79~99 (1995)
- 12) 赤木 功・井上 弦・高木 浩・長友由隆：九州南部に分布する古赤色土の上・下位に存在するテフラの同定・対比, ペドロジスト, **46**, 2~13 (2002)
- 13) 日本ペドロロジー学会編：土壌調査ハンドブック 改訂版, p. 169, 博友社, 東京 (1997)
- 14) 土壌環境分析法編集委員会：土壌環境分析法, p. 24~29, 195~239, 博友社, 東京 (1997)
- 15) 和田光史：粘土鉱物の同定および定量法, 土肥誌, **37**, 9~17 (1966)
- 16) 永塚鎮男：鉄の形態分析法, 日本第四紀学会編 第四紀試料分析法—2. 研究対象別分析法—, p. 22~32, 東京大学出版会, 東京 (1994)
- 17) 長岡信治・西山賢一・熊野康博・藤原 治：第三紀末から第四紀における西南日本外帯西部の山地形成, 平成 10~12 年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)(1)) 研究成果報告書, p. 75~100 (2001)
- 18) 国立天文台：理科年表, p. 201, 203, 丸善, 東京 (2000)
- 19) 福岡管区气象台：福岡管区気象台要報, No. 35 (1980)
- 20) 中田 高：種子島の海岸段丘と地殻変動, 地理学評論, **41**, 601~614 (1963)
- 21) 長岡信治・新井房夫・長友由隆・赤木 功・井上 弦・西山賢一：宮崎平野における更新世海進堆積物の層序, 日本第四紀学会講演要旨集, **28**, 168~169 (1998)
- 22) 町田 洋：薩南諸島の地形—海岸段丘を中心にして—, 薩南諸島の総合的研究, p. 20~52, 明治書院, 東京 (1969)
- 23) 永塚鎮男：原色日本土壌生態図鑑, p. 49~57, フジテクノシステム, 東京 (1997)
- 24) 長友由隆・庄子貞雄：アカホヤ, イモゴ, オンズの対比ならびに噴出源について, 土肥誌, **48**, 1~7 (1977)
- 25) 町田 洋・新井房夫：火山灰アトラス [日本とその周辺], p. 276, 東京大学出版会, 東京 (1992)
- 26) Machida, H.: Quarternary widespread tephra catalog in and around Japan: Recent progress, 第四紀研究, **38**, 194~201 (1999)
- 27) 山谷孝一：北上山地における古赤色土 (風化殻) の産状, ペドロジスト, **20**, 165~175 (1988)
- 28) 加藤芳朗：土壌研究の問題点, 第四紀研究, **26**, 265~269 (1988)
- 29) 松井 健：土壌地理学特論, p. 81~136, 築地書館, 東京 (1989)
- 30) 井上 弦・赤木 功・佐伯雄一・長友由隆：宮崎県下に分布する褐色ローム層の鉱物学的特性, 土肥要旨集, **45**, 446 (1999)
- 31) 永塚鎮男：褐色森林土・黄褐色森林土・赤色土における遊離酸化鉄の存在状態について, ペドロジスト, **17**, 70~83 (1973)
- 32) 永塚鎮男：西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究, 農業技術研究所報告, **26**, 133~257 (1975)
- 33) 町田 洋・太田陽子・河名俊男・森脇 広・長岡信治：日本の地形 7 九州・南西諸島, p. 380, 東京大学出版会, 東京 (2001)
- 34) 川原あかね・井村隆介：鹿児島県北西部出水断層系ストリップマップ, 日本第四紀学会講演要旨集, **27**, 194~195 (1997)

- 35) 西山賢一・横田修一郎・岩松 暉：扇状地堆積物における赤色化礫の分布と性状，応用地質，**40**，2～13 (1999)
- 36) 町田 洋・新井房夫・長岡信治：広域テフラによる南関東と南九州の海岸段丘の対比，日本第四紀学会講演要旨集，**13**，45～46 (1983)
- 37) 町田 洋：台地から丘陵へ—種子島西岸，写真と図でみる地形学，貝塚爽平・太田陽子・小崎 尚・小池一之・野上道男・町田 洋・米倉伸之編，p. 34～35，東京大学出版会，東京 (1985)
- 38) 長岡信治：後期更新世における宮崎平野の地形発達，第四紀研究，**25**，139～163 (1986)
- 39) Bassinot, F. C., Labeyrie, L. D., Quidelleur, X., Shackleton, N. J. and Lancelot, Y.: The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **126**, 91～108 (1994)
- 40) 松井 健・加藤芳朗：日本の赤色土壌の生成時期・生成環境にかんする二，三の考察，第四紀研究，**2**，161～179 (1962)
- 41) Iwauchi, A.: Late Cenozoic vegetational and climatic changes in Kyushu, Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeocol.*, **108**, 229～280 (1994)
- 42) 松苗一正：米山海岸の赤色土，ペドロジスト，**16**，40～48 (1968)
- 43) 松井 健：赤色土に関する覚え書，森林立地，**16**，5～10 (1974)
- 44) 加藤芳朗：赤黄色土壌，中部の土壌と農業，日本土壤肥料学会中部支部「中部の土壌と農業」編集委員会編，p. 43～48，昭和 50 年度日本土壤肥料学会大会運営委員会，伊勢 (1975)
- 45) 荒木 茂：国頭マージ，フェイチャの特性—世界の赤黄色土のなかで—，ペドロジスト，**37**，113～125 (1993)

Pedological Properties of Red-Yellow Soils (Paleo-Red Soils) in Southern Kyushu, Japan

Isao Akagi¹, Yudzuru Inoue and Yoshitaka Nagatomo

(Miyazaki Univ. ; ¹ present address : Natl. Agric. Res. Cent. Kyushu Okinawa Reg.)

The morphological, physical, chemical and mineralogical properties of Red-yellow soils (paleo-Red soils) in southern Kyushu were investigated, and the forming period of these soils was deduced from the relationship between distribution pattern and geomorphic history. The results obtained were as follows:

1. In the Miyazaki Plain, the Izumi Plain and Tanegashima, the distribution of the paleo-Red soils was limited to the old aged geomorphic surface, such as the higher terrace and the hilly terrain. On the higher terrace, the paleo-Red soils were buried under the brown loam layer in the Miyazaki Plain and Tanegashima.
2. The paleo-Red soils were characterized by high clay content, low organic carbon content, and, except for the buried portions, low base saturation of cation exchange capacity (CEC). The clay mineral composition included mainly kaolin mineral, the value of CEC per clay was low. The free iron oxides had an activity ratio of less than 0.4 and a crystallinity ratio of more than 0.5. These values ranged within those of the paleo-Red soils in other areas of Japan.
3. To estimate the formation period of the paleo-Red soils based upon the latest data on the landform evolution, it was clarified that the paleo-Red soils were formed from 400-500 to 110-130 ka.

Key words formation period, geomorphological distribution, physical and chemical properties, Red-yellow soils (paleo-Red soils), Southern Kyushu

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **74**, 623-630, 2003)