

火山系暗赤色土の生成ならびに分類に関する研究 (第1報)
 一天城および熱海地域の火山系暗赤色土の理化学的
 および鉱物学的性質—

山家富美子⁽¹⁾・八木久義⁽²⁾

Fumiko YAMBE and Hisayoshi YAGI: Genesis and Classification
 of Volcanogenus Dark Red Soils I

—Physical, chemical and mineralogical properties of Volcanogenus dark red soils
 of Amagi and Atami districts in Shizuoka prefecture—

要旨：暗赤色土群は3亜群に区分され、その中の火山系暗赤色土は火山による熱水風化を受けた赤色の母材から生成されたもので、火山性の地層に伴って分布している。この土壤に関する調査事例はきわめて少なく、その性質さえまだ充分把握されていない。筆者らはまず手初めに下記の2個所について検討した。

すなわち静岡県下の天城湯ヶ島町の南方の火山性丘陵地の変質帯内および熱海市北方の岩戸山中腹の火山地において、下層が暗赤褐色～赤褐色を呈する火山系暗赤色土を採取し、それらの理化学的および鉱物学的性質を調べた。

その結果両土壤のA₀層の堆積状態、表層の土壤構造、CおよびN含有率、pH、遊離鉄の活性度などは現在の自然環境条件とより密接な関係が認められた。粒径組成、孔隙組成、塩基置換容量、塩基飽和度、遊離酸化鉄の生成程度や形態などは、いずれも両土壤の母材である熱水風化を受けた安山岩類および玄武岩類とより密接に関係しており、両土壤とも褐色森林土地帯内に発達した成帯内性土壤と判定された。また両土壤を、それらと形態的に類似する赤色土やその他の暗赤色土と比較すると、遊離酸化鉄の生成や結晶化の程度ではほぼ軌を一にしていたが、塩基置換容量や塩基飽和度では赤色土より大きいものがあり、また物理性ではその他の暗赤色土より良好であった。

1. はじめに

わが国の火山地には、熔岩流、火砕流および火山泥流などの火山性の地層に伴われて、暗赤紫色～赤褐色を呈する土壤が局所的に分布している。それらは火山活動に伴う熱水風化により暗赤紫色～赤褐色となった母材から発達した土壤であると考えられることから、「林野土壤の分類(1975年)」⁸⁾においては、それらを古土壤である赤色土と区別し暗赤色土群に含め、火山系暗赤色土亜群として分類している。

形態的には古土壤である赤色土あるいは塩基性岩や超塩基性岩ならびに炭酸塩質岩石を母材とする暗赤色土に類似しているが、それらとは全く異なった条件下で生成されたと考えられる火山系暗赤色土に関しては、現在まで2, 3の研究結果⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾しかなく、その性質などについては不明な点が多い。

そこで火山活動に伴う熱水風化により暗赤紫色～赤褐色となった物質から発達した火山系暗赤色土の性質を明らかにするとともに、それらの生成の解明や分類に資するため、富士火山帯に属する天城および熱海両地域で採取した赤褐色～暗赤褐色を呈する土壤について、その理化学的および鉱物学的性質を調べた。

2. 調査地の概要

調査地は Fig. 1 に示すように、静岡県田方郡天城湯ヶ島町の南方に位置する海拔 500~600 m の火山性丘陵地と、同県熱海市から北北西へ 6 km 程の所に位置する岩戸山(海拔 724.3 m) の中腹であり、いずれも富士火山帯に属する火山地¹⁶⁾である。前者は東京営林局管内天城事業区 97 林班に、また後者は同局管内平塚事業区 25 林班に位置している。

両地域の地質は、前者は新第三紀中新世の湯ヶ島層群と猫越緑色安山岩類およびそれらを不整合に覆う鮮新世の猫越輝石石英安山岩類からなり¹⁾、後者は新第三紀の天照山玄武岩類とそれらを不整合に覆う第

四紀の湯河原火山に由来する安山岩熔岩からなる²⁾。そして両地域ともその後の火山活動に伴う火山灰によって多かれ少なかれ被覆されている。

したがって、天城湯ヶ島町の火山性丘陵地では、火山灰を母材とする褐色森林土が、また熱海市の岩戸山中腹では、主として火山灰に由来する黒ボク土が優先している³⁾。

両地域とも温暖多湿で、特に冬期間の気温は比較的高いようである。天城湯ヶ島町湯ヶ島(北緯 34°53.3', 東経 138°55.8', 海拔 220 m) における観測データ⁶⁾によれば、Table 1 のように年平均気温 14.7°C、年降水量は 3155 mm そして温量指数 118.0 であり、両地域とも森林帯区分では、暖温带北部に属するものと思われる⁷⁾。そして現在湯ヶ島町の火山性丘陵地の調査地は、クロマツ、アカマツおよびコナラの二次林に、また岩戸山中腹の調査地はヒノキの造林地となっている。

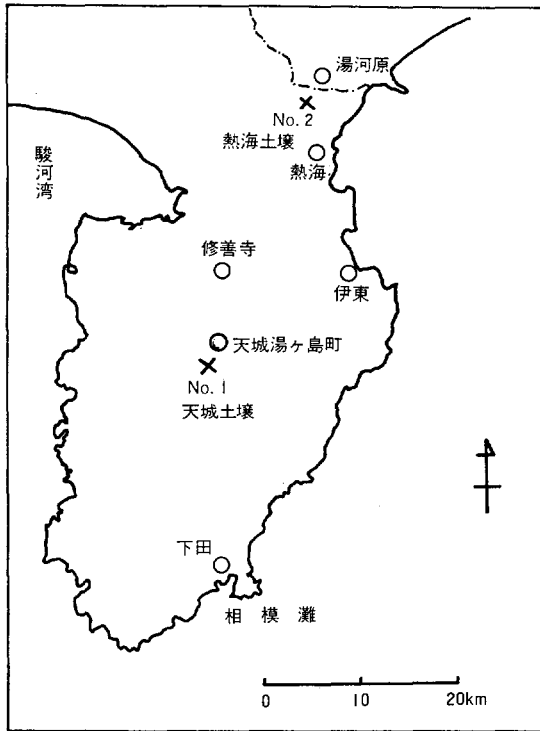


Fig. 1. 試料採取箇所
(No. 1~2は Profile No.)
Location of sampling sites.

Table 1. 気象データ
Meteorological data.

年平均 Annual average	気 温 (°C) Air temperature		年降水量 (mm) Annual mean precipita- tion	温量指数 Warmth index
	最 高 Maximum	最 低 Minimum		
14.7	38.0	- 9.0	3155	118

観測地 (静岡県天城湯ヶ島町湯ヶ島)
(1941~1970 年の平均値)

3. 土壌調査および分析方法

前述のように両調査地周辺では、主として火山灰を母材とする褐色森林土あるいは黒色土が分布しているので、それら火山灰が削剝され、基岩である安山岩熔岩および玄武岩熔岩を母材とする残積土の分布がみられる尾根上において調査を行い、下層土がにぶい赤褐色~暗赤褐色を呈する地点に

において、定法¹⁴⁾に基づいて断面を設定し試料を採取した。

土壌の分析は、国有林野土壌調査方法書¹⁴⁾に基づいて、自然状態における理学性、粒径組成、pH および置換酸度 (y_1) を測定したほか、土壌養分分析法⁹⁾に基づいて塩基置換容量（以下 CEC と記す）を定量し、その浸出液を用いて置換性カルシウムおよびマグネシウムを原子吸光光度法によって、また全炭素と全窒素は C-N コーダーによりそれぞれ定量した。

遊離酸化鉄およびアルミニウムについては、Tamm 法¹⁵⁾（酸性シュウ酸塩溶液抽出法）および Mehra-Jackson 法⁹⁾（ジチオナイト還元法）に準じて、細土からの抽出液を混酸で処理した後、原子吸光光度法により定量した。また全鉄およびアルミニウムは細土を灼熱処理後、硫酸一過塩素酸一弗化水素酸処理で溶解し、原子吸光光度法により定量した。

粘土鉱物の同定は、X線回折（有機物分解後、各種処理粘土、定方位）によった。

4. 土壌調査と分析の結果および考察

4-1 土壌の産状

湯ヶ島町南方の天城事業区 97 林班の火山性丘陵地においては、湯ヶ島層群と猫越緑色安山岩類とを不整合に覆っている猫越輝石石英安山岩類が、その後の火山活動に伴う熱水風化によりかなり広範囲に変成を受けている¹⁾。そのような変質帯内では猫越輝石石英安山岩類が局所的に黒緑色、白色ないし暗赤褐色に変質しており、そのうち暗赤褐色を呈する変質安山岩類が地表に露出している尾根部などにおいては、下層土が暗赤褐色を呈する土壌の分布がみられる。

今回分析に供した天城事業区の火山性丘陵地での土壌（以後天城土壌と呼ぶ）は、そのような変質帯内の尾根部の肩において、熱水風化により暗赤褐色を呈する猫越輝石石英安山岩類を母材とする土壌を採取したものである。

また熱海市北方の岩戸山中腹の火山地においては、湯河原火山に由来する安山岩熔岩が流下堆積した際の熱水風化により、それ以前に堆積していた天照山玄武岩類の表層部が変質を受け、暗赤褐色に変化したものがかなり広範囲に分布している。そのような暗赤褐色を呈する玄武岩類がその後の削剝作用により地表に露出した尾根部などでは、局所的に下層土が暗赤褐色を呈する土壌が認められる。

平塚事業区の土壌（以後熱海土壌と呼ぶ）は、岩戸山中腹の支線線上において、そのような玄武岩類を母材とする土壌を採取したものである。

したがって天城、熱海両土壌とも、暗赤褐色の土色は下層の母材層に近づくほど彩度を増し、両土壌の断面内から産する石礫は、前者では安山岩から、また後者では玄武岩からなり、下層にいくほどその量を増し、しかもそれらはいずれも表層部あるいは内部まで暗赤褐色に変質していた。

このように両土壌とも熱水風化により暗赤褐色を呈する変質岩石を母材にしたものであり、「林野土壌の分類（1975年）」³⁾による火山系暗赤色土に相当するものである。

4-2 形態的特徴と土壌型の区分

土壌調査地点の環境条件ならびに土壌断面の形態的特徴の概要は Table 2 のとおりである。

両土壌は、いずれも比較的乾燥の影響を受けやすい尾根に近い所に位置しているが、A₀層の発達には貧弱である。天城土壌では、落葉落枝が粗に堆積した薄いL層と、細屑状のF層がレンズ状に認められる程度であり、また熱海土壌では、落葉落枝が粗に堆積した薄いL層が認められる程度に過ぎない。これは両

Table 2. 供試土壌の断面形態の特徴および環境条件の概況
Profile descriptions and general environmental conditions of the soils.

断面番号 Profile No. 土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	深 さ Thickness (cm)	土 色 Color	構 造 Structure	母 材 Parent material	植 生 Vegetation	海 抜 高 地 採 取 地 Altitude Topography Location
1 天城土壌 v DR _{D(d)}	A	0~12	5YR 2/4	粒状, 弱塊状	輝石石英 安山岩熔岩	ク ロ マ ツ	560m 尾根上の鞍部 静岡県天城湯ヶ 島町天城事業区 97 林班
	B ₁	12~20	5YR 4/4	弱粒状, 弱塊状		ア カ マ ツ	
	B ₂	20~40	5YR 4/6	単 粒 状		コ ナ ラ	
	B ₃ -C	40~65	2.5YR 4/4	単 粒 状		ヒ サ カ キ	
	C	65~	10R 4/3			ソ ヨ ゴ	
2 熱海土壌 v DR _D	A	0~ 3	5YR 4/3.5	団粒状, 弱塊状	玄武岩熔岩	ヒ ノ キ	350m 張り出し尾根の 肩 静岡県熱海市 平塚事業区 25 林班
	B ₁	3~20	5YR 3/4	弱 塊 状		ヤ マ ハ ギ	
	B ₂	20~30	5YR 3/6	か べ 状		コ ナ ラ	
	B ₃	30~55	5YR 3.5/6	か べ 状		サルトリイバラ	
	C	55~	2.5YR 3.5/6				

調査地とも前述のように温暖湿潤な気候条件下にあることから、土壌動物や微生物の働きが活発で、有機物の分解が速やかに進むからと考えられ、特に熱海土壌においては後述するように、土壌が塩基に富んでいることも土壌生物による分解作用を高める一つの要因になっているものと考えられる。

次に形態の性質のうちで最も特徴的なものの一つである土色についてみると、天城土壌では腐植に富む A 層は極暗赤褐色であるが、B₁ 層以下では赤褐〜にぶい赤褐色を呈し、また熱海土壌では腐植にやや富む A 層はにぶい暗赤褐色を、そして B₁ 層以下では暗赤褐色を呈する。しかも両土壌とも前述のように、下層の母材層に近づくほど彩度を増す。

また土壌構造では、天城土壌は A 層に粒状ならびに弱度の塊状構造が認められるが、B₁ 層以下では単粒状の無構造状態を呈し、また熱海土壌は A 層に弱度の団粒状が、そして B₁ 層に微弱な塊状構造が認められるが、B₂ 層以下ではかなり緻密なかべ状構造を呈する。

このように下層部では前者においては単粒状の、後者においてはかべ状の無構造状態と全く正反対の状態を呈するが、これは後述するように土性が前者では全般的に砂質土質であり、後者では全般的に粘土質であることが強く影響しているものと思われる。

以上のように両土壌とも表層部では主として現在の気候や植生などの自然環境要因によるとみられる A₀ 層や土壌構造が発達しているが、下層土は母材に由来する暗赤褐色の色調を呈し、無構造状態を呈する。したがって、それら A₀ 層や土壌構造の種類や発達程度および下層土の色調から、天城土壌では「林野土壌の分類 (1975 年)」³⁾ による適潤性火山系暗赤色土 (偏乾亜型) (v DR_{D(d)}) に、また熱海土壌では適潤性火山系暗赤色土 (v DR_D) にそれぞれ分類される。

4-3 粒径組成

供試土壌の粒径組成は表-3 に示すとおりである。

天城土壌では、A 層を除いて砂画分の占める割合が非常に高く、特に B₂ 層以下では砂画分の占める割合が 76~81% と高く、しかも粗砂画分が細砂画分よりもはるかに多いことから、B₂ 層以下においては風

Table 3. 粒径組成 (乾土当たり%)
Mechanical composition (% on dry basis).

断面番号 Profile No. 土壌型 Type of soil	層位 Horizon	砂 Sand			微砂 Silt	粘土 Clay	土性 Texture
		粗砂 Coarse sand	細砂 Fine sand	全体 Total sand			
1 天城土壌 $vDR_{D(d)}$	A	35.4	15.7	51.1	21.8	27.1	IC
	B ₁	38.9	25.3	64.2	17.0	18.8	SCI
	B ₂	58.0	20.1	78.1	9.8	12.1	SL
	B ₃ -C	59.6	21.4	81.0	11.2	7.8	SL
	C	49.9	26.2	76.1	16.1	7.8	SL
2 熱海土壌 vDR_D	A	13.5	24.9	38.4	29.4	32.3	IC
	B ₁	12.7	25.3	38.0	30.9	31.0	IC
	B ₂	9.9	30.9	40.8	29.8	29.3	IC
	B ₃	9.9	34.5	44.4	29.0	26.6	IC
	C	8.7	37.7	46.4	30.7	22.8	CL

化が進んでいないようである。

これに対して熱海土壌では、逆に粘土画分や微砂画分の占める割合が全体的に高く、かなり風化が進行していることをうかがわせる。またこの土壌においてもその程度は天城土壌ほど顕著ではないが、下層から表層にいくにつれて粘土画分含有率が增大している。これは表層程風化作用が活発に行われていることを反映しているものと思われる。

また下層にいくほど両土壌の土性の差が顕著になるのは、両土壌の母材の粒径組成がもともと大きく異なっていたことを想定させる。

このように天城土壌と熱海土壌では下層部における粒径組成に大きな相違はあるが、いずれも断面内における粘土分布は表層から下層に向かって順次減少しており、B層に粘土含有率の極大値が認められないことから、両土壌とも粘土の移動集積作用あるいは表層における粘土の流亡はなかったものと推定される。

4-4 理学的性

理学的性の分析結果は Table 4 に示すとおりである。天城土壌ではA層とB₁層で全孔隙率および最大含水量が高く、したがって固相率が低く容積重も小さいが、それ以下の層では全孔隙率および最大含水量が減少し、固相の占める割合が増大し、容積重も大きくなっている。

これに対して、熱海土壌では全孔隙率、最大含水量、固相率および容積重とも表層から下層まで全般的にほぼ同じような傾向を呈する。

また孔隙組成では、天城土壌では全層とも細孔隙より粗孔隙が大きい割合を呈するのに対して、熱海土壌では逆に粗孔隙より細孔隙の方が大きい値を呈する。また最小容気量では、天城土壌ではかなり大きい値を示すのに対して、熱海土壌では小さい。

このように両土壌の間で物理性に関するいろいろな性質や断面内傾向に相違がみられる。

そのうち、天城土壌における全孔隙率、最大含水量、固相率および容積重などが、表層と下層で異なっているのは、同土壌表層においては粘土含量が比較的高く、土壌構造が発達していることに主として起因するものと思われる。しかし熱海土壌のように、それらが表層から下層までほぼ同じような値を示してい

Table 4. 三相組成, 孔隙率, 透水性
Three phases distribution, porosity and permeability.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	容積重 Bulk density (g/100cc)	三相組成 (%) Three phases distribution of fresh soil			最容大量 水容積 Water maximum Volume (%)	最容少量 氣容積 Air minimum Volume (%)	孔 隙 率 Porosity (%)			透 水 性 Permeability (cc/min)
			固 相 Solid phase	液 相 Liquid phase	氣 相 Gaseous phase			細 Fine	粗 Coarse	全 Total	
1 犬城土壤 <i>v</i> DR _{D(d)}	A	56	24	33	43	56	20	31	45	76	148
	B ₁	76	29	33	38	57	14	28	43	71	66
	B ₂	108	40	26	34	42	18	23	37	60	151
	B ₃ -C	100	36	26	38	44	20	20	44	64	22
	C	103	37	29	34	49	14	22	41	63	28
2 熱海土壤 <i>v</i> DR _D	A	88	32	46	22	61	7	40	28	68	33
	B ₁	85	31	51	18	64	5	46	23	69	38
	B ₂	73	26	49	25	66	8	44	30	74	84
	B ₃	87	31	55	14	65	4	47	22	69	23
	C	91	32	54	14	64	4	47	21	68	13

るのは、前述のように同土壌の構造の発達が発達度が弱く、しかも同土壌では微砂以下の細粒画分の含有量が高いことが大きく影響しているものと考えられる。

4-5 化学的性質

供試土壌の一般化学的性質は Table 5 に示すとおりである。

炭素含有率は、天城土壌の方が熱海土壌より総合的に高く、前者における方が腐植の集積が比較的進んでいることを示しており、C/N 比も前者における方が概して大きい値を呈する。また前述のように、熱海土壌の方が天城土壌よりも A₀ 層や表層の構造の発達が比較的貧弱であることとあわせ考えると、熱海土壌においては前生植生を皆伐しヒノキの人工林化に伴い、土壌表層が乱され一部流亡したことも想定される。

pH (H₂O) は、両土壌とも全層的にやや強い酸性を呈し、いずれも下層から表層にいくにつれてやや低くなっている。これに対して pH (KCl) は、天城土壌においては下層から表層にいくにつれて微弱ではあるが低くなり、また熱海土壌では逆に微弱ではあるが上昇し、いずれも A 層では 3.7 となっている。

CEC は両土壌とも 29.56~58.87 m.e と比較的大きいが、両者の比較では熱海土壌の方が天城土壌より全体的に大きい。

置換性カルシウムおよびマグネシウムについては、両土壌のいずれの層位においても置換性マグネシウムの方が置換性カルシウムより多い。

また両土壌間では、天城土壌ではいずれの層位においても置換性カルシウムおよびマグネシウムの含有率が極めて低いのに対して、熱海土壌ではいずれの層位においても両者の含有率がかなり高い。したがって (Ca+Mg) 飽和度も天城土壌では全層とも 7% 以下と低いが、熱海土壌ではかなり高く、特に下層では 50% 以上を呈し、いわゆる塩基系暗赤土に相当するほどである。

このように同一の土層内においていずれも置換性マグネシウムが置換性カルシウムよりも多く、また両土壌における量的比較では、前者より後者の方が多く、かつ塩基飽和度も高い傾向は、両土壌の母岩である猫越輝石石英安山岩類および天照山玄武岩類の特質が強く反映された結果と推定される。

以上のような一般化学的性質の両断面内における下層から表層へかけての変動の傾向は、両土壌の出発物質である母材に、気候・植生・動物などの土壌生成因子の作用が加わった結果を反映しているものであり、それらの傾向は現在の気候・植生下における土壌生成作用の方向を示唆しているものと思われる。

4-6 遊離酸化物

遊離酸化鉄および遊離酸化アルミニウムについての分析結果は Table 6 に示すとおりである。

遊離態の酸化鉄含量の指標とされる Jackson 法可溶鉄含量 (Fe_d) は、天城土壌で 2~4%、熱海土壌では 4~5% と後者の方が多く、それらの全鉄に対する割合 (Fe_d/Fe_T) は、天城土壌の B₃-C 層で 0.53 と高いほかは、いずれもほぼ 0.4 内外であり、天城土壌の B₃-C 層以外の層では全鉄の大部分はまだ非遊離態のものであり、両土壌とも遊離酸化鉄の生成はそれ程進んでいないとともに、その程度はほぼ同じであると思われる。これに対して前述のように天城土壌では下層では砂質であるが、表層にいくほど粘土質となるし、また熱海土壌では全層とも一様にかかなり粘土質であるなど、いわゆる粘土生成作用では、前者では表層ほど進んでおり、また後者では全層とも一様に進んでいるなど、断面内あるいは土壌間でその進展程度に大きな相違が認められる。

このように両土壌において、粘土生成作用と遊離酸化鉄生成に関する風化作用の進展程度が大きく異なる

Table 5. 一般化学的性質 (乾土当り)
Chemical properties (on dry basis).

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	pH		置換酸度 Exchangeable acidity (y ₁)	塩基置換容量 Cation exchangeable capacity (CEC) (m.e/100 g)	置換性 Ca Exchangeable Ca (m.e/100 g)	置換性 Mg Exchangeable Mg (m.e/100 g)	飽和度 Rate of saturation (%)			C (%)	N (%)	C/N
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Ca+Mg			
1 天城土壤 v DR _D (d)	A	4.7	3.7	57.8	36.89	0.92	1.65	2.49	4.47	6.96	7.05	0.26	27.1
	B ₁	4.8	3.8	87.2	39.37	0.40	1.07	1.02	2.72	3.74	2.28	0.14	16.3
	B ₂	5.0	3.9	52.5	30.79	0.29	0.85	0.94	2.76	3.70	0.91	0.05	18.2
	B ₃ -C	5.1	3.8	45.4	29.56	0.30	0.86	1.01	2.91	3.92	0.18	0.03	6.0
	C	5.1	3.8	126.2	36.94	0.66	1.83	1.79	4.95	6.74	0.51	0.03	17.0
2 熱海土壤 v DR _D	A	5.1	3.7	58.4	45.16	6.24	12.81	13.82	28.37	42.19	1.69	0.16	10.6
	B ₁	5.1	3.6	76.6	52.16	7.02	15.78	13.46	30.25	43.71	1.59	0.12	13.3
	B ₂	5.1	3.6	71.9	55.59	9.35	21.75	16.82	39.13	55.95	0.22	0.05	4.4
	B ₃	5.2	3.5	62.5	55.82	11.18	22.89	20.03	41.01	61.04	0.66	0.05	13.2
	C	5.2	3.5	63.7	58.87	11.68	23.07	19.84	39.19	59.03	0.10	0.04	2.5

Table 6. 遊離酸化物 (乾土当たり%)
Free sesquioxide (on dry basis %).

断面番号 Profile No. 土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	Fe ₂ O ₃			Fe _o	Fe _d	Al ₂ O ₃			Al _o	Al _d
		T	d	o	Fe _o Fe _d	Fe _d Fe _T	T	d	o	Al _o Al _d	Al _d Al _T
1 天城土壤 v DR _{D(d)}	A	6.99	2.54	0.91	0.36	0.36	16.05	1.66	1.58	0.95	0.10
	B ₁	8.70	2.83	0.62	0.22	0.33	19.82	1.74	2.41	1.39	0.09
	B ₂	7.80	3.08	0.41	0.13	0.39	20.15	1.61	2.97	1.84	0.08
	B ₃ -C	7.74	4.13	0.23	0.06	0.53	20.45	2.11	2.55	1.21	0.10
	C	8.43	3.17	0.18	0.06	0.38	19.91	1.35	1.62	1.20	0.07
2 熱海土壤 v DR _D	A	12.12	4.86	1.29	0.27	0.40	19.75	1.69	1.65	0.98	0.09
	B ₁	11.48	4.07	0.84	0.21	0.35	19.75	1.54	1.27	0.82	0.08
	B ₂	12.19	4.32	0.85	0.20	0.35	18.83	1.54	1.07	0.69	0.08
	B ₃	11.39	5.03	0.81	0.16	0.44	18.51	1.36	1.04	0.76	0.07
	C	11.10	4.18	0.71	0.17	0.38	16.96	1.34	1.04	0.78	0.08

T(全鉄, 全アルミニウム) : Total iron or aluminium

d(ジチオナイト可溶鉄, アルミニウム) : Dithionite soluble iron or aluminium

o(酸性シュウ酸塩可溶鉄, アルミニウム) : Acid oxalate soluble iron or aluminium

$\frac{Fe_o}{Fe_d}$ (活性度) : Activity ratio

$\frac{Fe_d}{Fe_T}$ (全鉄に対する遊離酸化鉄の比) : Ratio of free iron and total iron

るのは、両風化作用に関与する鉱物の種類やその性質が異なっており、前者では鉄含量の少ない felsic な比較的易風化性の鉱物が、また後者では磁鉄鉱のような鉄含量の高い難風化の鉱物が主として関与した結果であると推定される¹³⁾。

したがって、両土壤の母材が形成されたと推定される熱水風化作用は、それらの難風化性の鉱物を風化させるほどではなかったことが推定される。

次に遊離酸化鉄の脱水すなわち結晶化の指標とされる Tamm 法可溶鉄と Jackson 法可溶鉄の比いわゆる活性度 (Fe_o/Fe_d) についてみると、両土壤とも表層で大きく下層にいくほど小さくなっており、下層ほど遊離酸化鉄の結晶化が進んでいることがわかる。しかしその程度には若干の差があり、熱海土壤の B₃ や C 層より、天城土壤の B₃-C や C 層の方が小さく、結晶化が高いようであるが、いずれにしてもこれらの値は結晶化の程度が高いといわれている赤黄色土の下層と比較して遜色がない。また A 層ではいずれも活性度が大きい値を示すが、これは Jackson 法可溶鉄に比べて Tamm 法可溶鉄が増大したためであると思われることから、表層においては現在の気候・植生条件下で加水作用が進行し、遊離酸化鉄の非晶質化が進行しているものと思われる。

次に遊離酸化アルミニウムについてみると、両土壤とも活性度は大きく、層位によっては 1 以上のものもある。この原因については不明であるが、両土壤中の遊離酸化アルミニウムの結晶化は進んでいないことは明らかである。

4-7 粘土画分中の主要な鉱物

両土壤の粘土画分中の主要な一次および二次鉱物に関する分析結果は Table 7 に示すとおりである。

両土壤ともアルミニウム・パーミキュライトが全層に認められる。1:1 型のカオリン系のもは、天城土壤では全層に認められるが、熱海土壤では A 層と B₁ 層においてのみ認められ、B₂ 層以下では各層とも

Table 7. 粘土画分中の主な鉱物
Main minerals of clay fraction.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	石英 Quartz	1:1 型カオリン 1:1 type Kaoline	アルミニウム・ バーミキュライト Aluminium・ Vermiculite	長石 Feldspar
1 天城土壌 v DR _{D(a)}	A	+	+	++	-
	B ₁	+	+	+	-
	B ₂	+	+	+	-
	B ₃ -C	±	+	+	-
	C	+	+	+	-
2 熱海土壌 v DR _D	A	±	+	+	++
	B ₁	+	+	+	++
	B ₂	+	±	+	++
	B ₃	±	±	+	++
	C	+	±	+	++

++: 豊富 abundant, +: 普通 common, ±: 痕跡 trace, -: 無し none

痕跡に過ぎない。

また、長石類については、熱海土壌では全層においてかなりの量が認められるのに対して、天城土壌ではいずれの層位においても全く認められない。このような傾向は、次報で報告予定である微細形態学的特徴を研究するための、両土壌の未攪乱試料から作製した土壌薄片の観察においても認められている。このように、両土壌は火山活動に伴う熱水風化による変質物を母材としながら、一方では長石類が土壌中に全く認められないのに対して、他方ではかなりの長石類が認められるなど、両土壌の間に長石類の風化に関して非常に大きな差違が認められている。

これは、両土壌の現在の環境条件にそれほど大きな差違がみられないこと、および長石類の有無に関する両土壌の違いは、A～C層まで断面全体に認められる傾向であることなどから、この違いが土壌生成作用の一環としての風化作用によって形成されたものとは到底考えられず、むしろ両土壌の母岩が火山活動に伴う熱水風化を受ける段階で生じた差違が、そのまま両土壌に受け継がれたものと考えられ、両土壌の母材を形成した熱水風化作用になんらかの相違点があったことが推定される。

5. 総合考察

天城および熱海地域で採取した猫越輝石石英安山岩類および天照山玄武岩類を母岩とし、土層が熱水風化によると思われる暗赤褐～にぶい赤褐色を呈する天城土壌ならびに熱海土壌について、その理化学的ならびに鉱物学的性質について検討を加えたが、それらは、表層における土壌構造、CおよびN含有率、pH、遊離鉄の活性度などのように、気候、地形、植物、動物などの自然環境要因とより密接に関係があるものと、粒径組成、孔隙組成、CEC、塩基飽和度、遊離鉄の生成程度や形態などのように、出発物質である母材とより密接な関係があるものの二つのグループに分けることができる。そのうち前者は両土壌がそれらの近辺に成帯的に分布する褐色森林土に類似することを示唆するものと思われるが、まだその発現状態が微弱であり、両土壌の性質を本質的に左右するようなものはほとんどすべて後者に由来するものに占めら

れている。

したがって、両土壌とも、褐色森林土地帯内に発達する熱水風化物を母材とする成帯内性土壌と考えられる。

それら両土壌の各種性質を赤色土のそれと比較すると、熱帯や亜熱帯のような気候条件下におけるアリット化作用により生成されたといわれる赤色風化物を母材とする赤色土は、一般に脱塩基、脱珪酸が進み CEC や塩基飽和度が低く、かつ遊離酸化鉄の結晶化も進んでいるのに対して、熱水風化物を母材とする火山系暗赤色土では、遊離酸化鉄の生成や結晶化の程度は赤色土とほぼ同じであるが、CEC は比較的大きく、また塩基飽和度では赤色土よりはるかに高いものもある。したがって、赤色土の主たる生成要因であるアリット化作用と火山系暗赤色土の主たる生成要因である熱水風化においては、遊離酸化鉄の生成と結晶化に関しては軌を一にしているようであるが、脱塩基、脱珪酸などその他に関してはメカニズムが全く異なるようである。このメカニズムの相違が両土壌の諸性質の相違の根本的な要因であり、そのメカニズムは後者においては前者におけるよりもはるかにバラエティに富んでいるものと推定されるが、それらについては今後の検討が必要である。

また火山系暗赤色土とその他の暗赤色土との比較では、遊離酸化鉄の生成や結晶化の程度がほぼ等しく、CEC が比較的大きい点も類似しており、また塩基飽和度が低いものから高いものまでであるなど共通点もあるが、物理性に関しては、火山系暗赤色土の方が他の暗赤色土⁵⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾より一般に良好のようである。しかし暗赤色土全般にわたってその生成に関してはまだ不明な点が多く、詳しい対比は不可能である。したがって、当面は現行のように火山系暗赤色土を暗赤色土群の中の一つの亜群として取り扱うのが妥当であろう。そして今後の研究の進展によっては、火山系暗赤色土をその他の暗赤色土のように、塩基系と非塩基系に区分する必要があるものと考えられる。

おわりに、この研究を進めるに当たり、現地調査においてお世話になった林業試験場土じょう部土じょう第2研究室主任研究員鷹見守兄氏、地質研究室員三浦覚氏に、またこの報告をとりまとめるに当たり、暖かく励ましご指導いただいた土じょう部長原田洗氏、土じょう調査科長久保哲茂氏および地質研究室長丸山明雄氏に心から感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 地質調査所：修善寺5万分の1地質図説明書，8-19，(1955)
- 2) “：熱海図幅地質説明書，47-50，(1952)
- 3) 土じょう部：林野土壌の分類(1975)，林試研報，280，(1976)
- 4) 土壤養分測定法委員会編：土壤養分分析法，38-41，養賢堂，(1970)
- 5) 河田弘ら：林試研報，275，(1975)
- 6) 気象庁：全国気温，降水量月別平年値表(1941~1970)，気象庁観測技術資料36号，(1972)
- 7) 吉良竜夫：森林帯と気候，日本林業技術協会，(1949)
- 8) 経済企画庁総合開発局：土地分類図22(静岡県)，(1971)
- 9) MEHRA, O.P. and JACKSON, M.L. : Iron oxide removal from soils and clay by dithionite-citrate system buffered with bicarbonate, 7th Natl. Conf. on clays and clay minerals, 317~327, (1960)
- 10) 森田佳行：日林誌 63(1)，(1981)
- 11) “：” 64(3)，(1982)
- 12) 西田豊昭ら：林試研報，285，(1876)
- 13) パルフェノーヴァ E.N., ヤリャーヴ E.A. (佐野豊訳)：土壤鉱物学，47~51，たたら書房，(1968)

- 14) 林業試験場：国有林野土壤調査方法書, 1~42, (1955)
- 15) TAMM, O. : Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes in Boden, Meddel. Stat. Skogstorsoksgust, 19, 385~404, (1922)
- 16) 東京営林局：東京営林局土壤調査報告 10, 10, (1964)

Genesis and Classification of Volcanogenus Dark Red Soils (I)

—Physical, chemical and mineralogical properties of Volcanogenus dark red soils of Amagi and Atami districts in Shizuoka prefecture—

Fumiko YAMBE⁽¹⁾ and Hisayoshi YAGI⁽²⁾

Summary

In order to clarify the properties and the genesis of Volcanogenus dark red soils, these soils which have been developed from dark red colored material formed from andesitic and basaltic lavas respectively by the hydrothermal alteration caused by volcanic activities were sampled within the alteration zone in the volcanogenus hilly region southward of Amagi-Yugashima-cho and at the mountainside of Iwato volcano (724.3 m) in Shizuoka prefecture. And their physical, chemical and mineralogical properties were analyzed.

As the result, the morphology of A₀ layer, and some chemical and physical properties of surface horizon such as soil structure, contents of organic carbon and nitrogen, pH and activities of free iron oxides were related slightly to the natural environmental conditions such as climate, vegetation and topography, as those properties were more or less immature.

And the other soil properties such as porosity composition, cation exchange capacity, base saturation, particle size distribution and activities of free iron oxides were closely related to the hydrothermally altered parent materials. Therefore, both soils were classified into intrazonal soils developed in the brown forest soil zone in central Japan.

Comparing those two Volcanogenus dark red soils to Red soils and the other Dark red soils, the characteristics of free iron oxides were almost the same among all of them, but the Volcanogenus dark red soils had larger cation exchange capacity and higher degree of base saturation than Red soils and better physical properties than the other Dark red soils.