

蛇紋岩由来の暗赤色土の性質，生成  
ならびに分類に関する研究 第1報

東三河地域の蛇紋岩由来の暗赤色土と  
周囲の赤色土との性状の違い

森田 佳行<sup>(1)</sup>・大角 泰夫<sup>(2)</sup>・夏目 太猪介<sup>(3)</sup>

Yoshiyuki MORITA, Yasuo OSUMI and Daisuke NATSUME : Genesis and  
Classification of Dark Red Soil Derived from Serpentinite I  
Comparison distribution, morphological features and chemical properties  
between dark red soil and red soil in mikawa, aichi prefecture

**要 旨**：これまで，暗赤色土に関する，研究はほとんど行われていないため，その性質や生成については不明な点が多く，また分類上の位置づけも明確でない。筆者等は暗赤色土のもつ各種特性を解明するために多方面からの調査を行っているが，本報では，東三河地域で見られた蛇紋岩由来の暗赤色土と，その周辺に広く分布する赤色土について，それぞれの断面形態，一般化学的性質，無機化学組成等を比較検討した。なお，ここの暗赤色土の母岩である蛇紋岩そのものについても化学組成を調べ，検討の際の基礎資料とした。その結果以下のことが明らかになった。①調査地は海拔高 100~200m の小起伏山地で，蛇紋岩地の多くには暗赤色土が分布していた。暗赤色土地域の植物は，かなり強度な生育阻害を受けていることが認められた。②暗赤色土は pH が高く，塩基に富みかつ塩基置換容量も大きく，周囲の赤色土に比べて明らかに異なる性質を示した。③蛇紋岩山地の斜面下部ではマグネシウムを主とする塩基系暗赤色土が分布しており，斜面の部位によって亜群を異にしていた。④調査地の蛇紋岩は  $\text{SiO}_2$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$  の含有量が少ない。一方， $\text{MgO}$  は著しく多かった。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  や各種重金属も多量に含まれていた。同様な特徴が蛇紋岩に由来する暗赤色土に多く認められた。⑤暗赤色土の化学組成は母岩である蛇紋岩に比べ， $\text{MgO}$  が著しく減少する一方，相対的に  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$  が増加していた。重金属類は土壌生成の過程で濃縮されるようであった。⑥暗赤色土の土壌化に伴う化学組成の変化と細土の pH との間に， $\text{MgO}$ ， $\text{MnO}$  等では高い相関関係が認められた。

### 1. はじめに

わが国の森林土壌は大致<sup>(1)</sup>による土壌区分をこう矢とし，30年有余の間研究調査が進められてきた結果，現在は一部を除いて合理的に分類されてきている。さらにそれぞれの土壌とスギ，ヒノキなどの主要造林木の生長や，主な植生の出現状況との対応関係も検討が進められてきた結果<sup>(2)~(6)</sup>一部のものを除き主要林木の生長は土壌のタイプや林床型と密接な関係があることが明らかとなっており，これは現在までの土壌区分が妥当であることを証明するものといえよう。しかしながら，一部の例えば本研究の主題である暗赤色土やハイドロモルフィックな土壌および有機物集積作用の結果形成された土壌などについては，これらの土壌の形成された環境条件や形成にかかった時間との関係，さらに形成に当たって土壌内部での物質の動態等についてはまだよくわかっていない。わが国の森林土壌は土壌生成作用の違いによって分類されているので<sup>(6)</sup>，その意味からすれば上記の土壌は林野土壌分類の中で十分な位置を占めているわけで

はない。ただ暫定的に区分したという段階にある。筆者らはこの不明な点を解明することを目的として暗赤色土をとりあげ検討を進めている。すでに小笠原諸島の暗赤色土については報告した<sup>7)8)</sup>。また関連する土壌として湘南海岸の富塩基土壌についても報告した<sup>9)10)</sup>。ただこれらのものは前者は島しょという特殊環境下のものであり、後者は暗色の色調を呈しているが褐色森林土の範ちゅうに入るものである。この土壌は今後暗赤色土の研究を進めることによっておそらく本州の典型的とみなされている暗赤色土との関連性は出てくると考えられるが、まずは典型的なものについての検討を進める必要がある。

暗赤色土は、現在までの研究成果によれば主として蛇紋岩、かんらん岩、角せん岩、玄武岩、はんれい岩などの超塩基性岩や塩基性岩、石灰岩や一部の堆積岩のように相対的に珪素含有量の少ない母材から生成されるか、あるいは火山活動などによる熱水風化作用の結果形成された暗赤色の母材上に生成することが多いと考えられており、林野土壌分類<sup>11)</sup>では土壌亜群段階で前者を塩基系および非塩基系に、後者を火山系暗赤色土として分類している。暗赤色土の典型的なものはむしろ前者で、特に超塩基性岩や石灰岩に由来するものが多い。したがって本研究の主題も超塩基性岩や石灰岩に由来する暗赤色土に焦点を合わせた。

超塩基性岩の中、例えば蛇紋岩のように Mg, Fe, Ni などを多量に含むものは、いわゆる苦土鉄ニッケル質な性質をもっており、したがってこれを母材とする土壌は Ni などの重金属含有量が多い。このような土壌の地帯には、蛇紋岩植生と称される特殊な植生のタイプが発達するとされている。一方石灰岩は、苦土鉄ニッケル質な特性というよりも、Ca あるいは Mg に富む性質を持っており、この風化物を母材とする土壌は前記の土壌ほど重金属を保持していない。またこの土壌の地帯は、褐色森林土地帯とほぼ同様の植生をもっている。たしかに石灰岩植生という植生タイプもあるが、これはむしろレンジナのような A-C タイプの土壌でよりよく現れている。このように母材が異なれば植生のタイプや重金属含有量などの化学的性質が変化するので、上記の 2 種の暗赤色土は別々に検討を進めた方が得策である。そこで本報告では暗赤色土の生成条件の解明と分類上の位置づけを知るための最初のステップとして超塩基性岩を起源とする蛇紋岩由来の土壌の性質を、周辺地域の赤色土と比較しつつ検討した。

わが国では蛇紋岩由来の暗赤色土についての報告は少ない。原田<sup>12)</sup>は蛇紋岩の風化について調べ、暗赤褐色、堅密な土壌が生成すると報告しているが、層位の区分、命名や分類をしていない。近藤ら<sup>13)</sup>は三ヶ日町で蛇紋岩を母材とする B-C 層がチョコレート褐色をした重粘な土壌について、形態的には赤黄色土に似たところがあるが、洗脱作用の程度が比較的弱く、酸性が弱く、塩基類に比較的富むなど、赤黄色土とは異なった性質のあることを認め、これらの特徴は母材の影響が強く現れた結果であるとして、間帯性土壌と考え「チョコレート褐色土」という暫定名を与えた。久保ら<sup>14)</sup>は国土調査高知図幅で蛇紋岩および石灰岩由来の暗赤褐色の土壌を一括し、暗赤色土壌と呼んで赤色土とは区別した。また永塚<sup>15)16)</sup>は三ヶ日町の蛇紋岩土壌は赤黄色土に含まれるとし、母材の特殊性にもとづく性質は土壌属の段階で区別すべきであると提案した。その後永塚 (1975)<sup>17)</sup> は同土壌を富栄養黄褐色森林土と命名した。その頃整備された林野土壌の分類 (1975)<sup>11)</sup> ではこれら土壌を、新設した暗赤色土群に位置づけ、蛇紋岩からはマグネシウム飽和度の高い富塩基な暗赤色土が生成することが多いとして、それをマグネシウムを主とする塩基系暗赤色土として細分した。その後、河田ら<sup>18)</sup>、河田<sup>19)</sup>、西田<sup>20)</sup>は蛇紋岩由来以外のものも含めて暗赤色土の化学的性質や、粘土鉱物組成について検討を加えた。

一方、諸外国における蛇紋岩由来の土壌についての研究を見ると、M. CIRCIC<sup>21)</sup> はユーゴスラビアの蛇

紋岩地帯では、母岩の蛇紋岩化の程度で生成する土壌型が異なり、蛇紋岩化の弱いかんらん岩上には褐色土が生成し、蛇紋岩上にはランカーからパラ褐色土にいたる一連の土壌が生成し、さらに緩傾斜な低地や洪積台地上で疑似グライ土が出現することを報じている。БОГАТЫРЕВ<sup>29)</sup> はアルバニアの森林下の蛇紋岩化した輝岩に由来する置換性マグネシウムに富む赤色土壌をマグネシウムソロネツ化肉桂色土とみなしている。De Castro<sup>28)</sup> はスペイン南部のマラガ州の海拔高 800~1025 m の山地に分布する蛇紋岩由来の中性反応を示す赤色土壌には MgO と SiO<sub>2</sub> の損失が認められ、粘土フラクションでは蛇紋石の一部がパーミキュライトと緑泥石に変化していることを報告している。

JOFFE<sup>24)</sup> はインドやキューバの蛇紋岩に由来するラテライトは MgO がほとんど溶脱してしまっていると紹介している。КАРТАШОВ ら<sup>26)</sup> はキューバの更新世の赤色土壌の成因について調べ、海拔高 800 m 以下に赤色の土壌が広く分布しており、その中に蛇紋岩の風化殻をもつ土壌と、中部中新統の石灰岩上の土壌の 2 種があり、赤色の土壌の中にもいろいろの成因のものがあることを指摘した。

以上の諸外国の蛇紋岩由来の土壌に関する文献から、蛇紋岩の質の違いや気候などの違いによって蛇紋岩から種々の土壌の生成することがわかった。

本報告で用いた土壌は東三河地域の蛇紋岩上の暗赤色土 2 断面、赤色土 3 断面であり、これらの断面形態、一般化学的性質および細土の無機化学組成について比較検討した。さらに、同地域の蛇紋岩の化学組成を調べ、土壌化に伴って生じた無機化学組成の変動についても検討を加えた。

## 2. 調査地の概要

調査地は新城市の東部静岡県境に近い海拔高 100~200 m の小起伏山地である。この地域は中央構造線の外帯にあたり、蛇紋岩、傾家変成岩類、黒色片岩、緑色片岩、はんれい岩質岩石、古生層などの複雑な地層からなっている<sup>26)</sup>。年平均気温 14.8°C、年降水量 2347 mm、雨量指数は約 120 で暖帯のやや上部に位置する。この付近には赤色土が広く分布しているが、蛇紋岩地の多くには暗赤色土がかなり広く分布している。蛇紋岩由来の暗赤色土の林相は Photo 1 に見られるような矮性化したアカマツの疎林になっている。したがってこの土壌個体の界線はきわめて正確に把握することができる。

## 3. 土壌調査および分析方法

前述の通り調査地周辺は複雑な地層をなしているが、暗赤色土は蛇紋岩山地の斜面下部と、斜面上部緩斜面に断面を設定した。また、赤色土は黒色片岩、古生層珪岩質岩石、および緑色片岩の各山地でそれぞれ残積の 1 断面ずつ設定し、国有林野土壌調査方法書<sup>27)</sup>に基づいて調査と試料採取を行った。

土壌の分析は、上記方法書<sup>27)</sup>に基づいて、pH および置換酸度( $y_1$ )を測定したほか、土壌養分分析法<sup>28)</sup>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(以下 ExCa, ExMg と記す)を原子吸光法によって、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。岩片および細土の化学組成は炭酸熔融法、ピロ硫酸カリウム熔融法およびフッ化水素酸分解法を併用し、SiO<sub>2</sub> は重量法、その他の成分は原子吸光法で求めた。

#### 4. 結果および考察

##### 4-1 土壌の産状および性状

Table 1 に調査した 5 土壌の環境条件を、また Table 2 に土壌層断面の性状を示した。

No.1 土壌は蛇紋岩山地の斜面下部で採取した暗赤色土である。Photo 2 に林相を示したが、アカマツの生育はすこぶる悪く 70 年生林で平均樹高 3 m である。B 層の土色はチョコレート色を呈し、下層まで



Photo 1. 蛇紋岩地域の矮性化したアカマツ林

Table 1. 試料採取個所  
General description

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	堆積様式 Mode of deposition	母 材 Parent material	標 高 (m) Altitude	方 位 Exposure
1	e DR <sub>D</sub> (d)-mg マグネシウムを主とする適潤性 塩基系暗赤色土 (偏乾亜型)	匍 行	蛇 紋 岩	105	W
2	(Er)-d DR <sub>C</sub> 受蝕土的弱乾性非塩基系暗赤色 土	残 積	蛇 紋 岩	150	W
3	(Er)-R <sub>A</sub> 受蝕土的乾性赤色土 (細粒状構造型)	残 積	黒色片岩	95	N65°W
4	R <sub>D</sub> (d) 適潤性赤色土 (偏乾亜型)	残 積	古生層 珉岩質岩石	180	—
5	R <sub>A</sub> 乾性赤色土 (細粒状構造型)	残 積	緑色片岩	200	N20°W

明度・彩度ともに低い。A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> 層は軽埴土であるが, B<sub>1</sub> 層以下は重埴土である。大型の石礫に富み, 下層では石礫の間に土壌がわずかに介在している状態である。山中式土壌透水通気測定器により透水性を測定したが下層では 1.4 kg/cm<sup>2</sup> で悪い。ベンチジンによる呈色反応は, 表層では深紫色を示し, MnO<sup>2+</sup> 含有量の多いことが予想された。A<sub>0</sub> 層の発達が少ない, A 層は比較的厚く, A<sub>1</sub> 層は腐植に富み, 堅果状構造が強度に発達し, 堅果状構造は A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> 層に弱度であるがみられることなどから DR<sub>0</sub>(d) 型土壌と判定した。この種の土壌がこの地域の蛇紋岩山地の斜面下部にもっとも広く分布しており, B 層のチョコレ

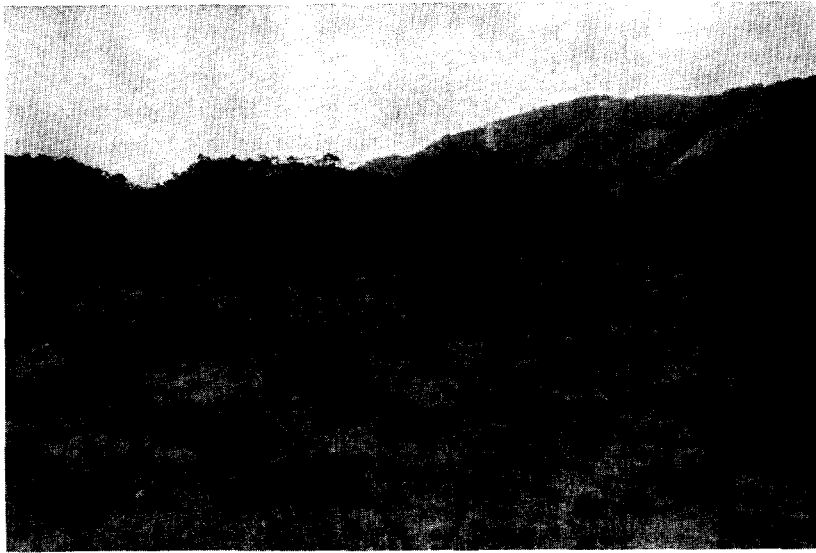


Photo 2. 断面 No. 1 附近の林相

の環境条件  
of studied site

傾斜 Slope	地形 Topography	植生 Vegetation	林木の生育状態 Growth condition	採取地 Location
25°	斜面下部	アカマツ, ネザサ, ネズミサシ, ススキ, ウンスケ, ショウジョウスゲ	すこぶる不良	愛知県 新城市 大字中宇利
5°	斜面上部 緩斜面	アカマツ, アイグロマツ, ネザサ, ネズミサシ, ススキ, ヒサカキ, ハナゴケ	すこぶる不良	〃
8°	尾根突出部	アカマツ, コナラ, ネジキ, コシダ, ナツハゼ, ガンビ, ハナゴケ	不良	〃
平坦	山頂平坦面	アカマツ, コナラ, ソヨゴ, リュウブ, アセビ, ヤマツツジ, ナツハゼ	中	愛知県 鳳来町 黄柳野
23°	尾根筋肩	アカマツ, ヒノキ, ヒサカキ, コウヤボウキ, モチツツジ, ヤブコウジ	中	愛知県 新城市 吉川

Table 2. 土 壤 断  
Morphological description

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	層 厚 Thickness (cm)	土 色 Color	層 界 Horizon boundary	
1	e DR <sub>0</sub> (d)-mg	L	1 cm スゲ, ササ落葉			判 " " 明
		F	疎に散在し全面をカバーしていない			
		A <sub>1</sub>	12	5YR3/2		
		A <sub>2</sub>	13	2.5YR3/3~5YR3/3		
		B <sub>1</sub>	14	2.5YR3/3		
		B <sub>2</sub>	15	3YR3/3		
		C	20+	—		
2	(Er)-d DR <sub>c</sub>	L	ススキ, アカマツ, ヒサカキ, コウヤボウキの落葉			判 漸 " "
		F	0.5~1 cm 疎に堆積 (全面カバー)			
		A	15	5YR3/6		
		A-B	15	"		
		B <sub>1</sub>	20	5YR4/6		
		B <sub>2</sub>	20~30	5YR4/8		
		C	10+	—		
3	(Er)-RA	L	1~2 cm アカマツ, コナラ落葉粗に堆積			判 漸 "
		F	0.5 cm 程度			
		H	1 cm 程度 粉状のものが根でつづられている			
		(A)	5	5YR4/6		
		B <sub>1</sub>	15	2.5YR4.5/8		
		B <sub>2</sub>	20	"		
		B <sub>3</sub>	30+	"		
4	R <sub>D</sub> (d)	L	アカマツ, コナラ落葉疎に堆積			判 漸 判 "
		FH	1~2 cm レンズ状に堆積, 細根すこぶる富む			
		A	10	7.5YR4/3		
		B <sub>1</sub>	15	5YR4.5/8		
		B <sub>2</sub>	25	5YR5/8		
		C <sub>1</sub>	15	2.5YR4/8		
		C <sub>2</sub>	15+	2.5YR5/8		
5	RA	L	2~3 cm アカマツ, 広葉樹落葉疎に堆積			判 " " 漸
		F	0.5~1 cm			
		A	5~8	7.5YR4/6		
		B <sub>1</sub>	12~15	7.5YR5/6		
		B <sub>2</sub>	20	"		
		C <sub>1</sub>	20	5YR5/8		
		C <sub>2</sub>	30+	5YR6/8		

\* 淘汰分析結果による土性, その他は野外土性。 \*\* nt: 堅果状, l-gr: 細粒状, gr: 粒状, ma: カベ状, bk: 塊状,  
\*\*\* 山中式土壤透水通気測定器による kg/cm<sup>2</sup>

面 形 態  
of each soil profile

構 造** Structure	土 性 Texture	石 礫 Gravel	水湿状態 Moisture	透水性*** Water permeability	ベンチジン反応 Benzidin color reaction
強 nt	軽 埴 土*	大中角 すこぶる富	潤	0.6	卅
弱 nt	〃 *	大角すこぶる富	〃	0.8	卅
〃	重 埴 土*	〃	〃	1.1	卅
—	〃 *	〃	〃	1.4	卅
—	—	—	—	—	+
nt	軽 埴 土*	小中腐合	潤	0.6	+
弱 小型 nt	〃 *	中大腐富	〃	1.0	卅
ma	重 埴 土*	中大腐すこぶる富	〃	2.0 以上	±
〃	〃 *	小中腐富	〃	〃	±
—	—	—	—	—	卅結核
l-gr, 弱 nt	埴質壤土	小中角あり	半 乾	0.25	—
弱 nt	微砂質壤土	〃	潤	0.5	—
—	〃	〃	〃	0.6	—
—	〃	小中角乏し	〃	1.1~1.5	—
Nt, 弱 bk	埴質壤土	細角あり	潤	0.9	—
弱 Nt, 弱 bk	埴 土	小中角やや含	〃	1.25	±
—	〃	小角あり	〃	2 以上	+
—	〃	〃	〃	〃	—
—	微砂質壤土	中腐朽礫富	〃	〃	+
l-gr, gr	埴 土	細小角含	半 乾	0.32	±
gr, nt	〃	小 角 富	〃	0.55	—
—	埴 土	角やや富	潤	0.6	—
—	〃	腐朽礫富	〃	0.9	—
—	〃	〃	〃	0.8	—



Photo 3. 断面 No. 2 附近の林相

ト色が強く、蛇紋岩由来の暗赤色土の特徴を良く示していることから、この地域の暗赤色土の代表的なものと考えられた。

No.2 土壌は No.1 土壌の上部緩斜面で採取した。この地域では蛇紋岩山地の斜面上部はほとんど露岩地となっており、土壌の深い所は少ない。No.2 土壌はその中では土壌の深い方であるが、Photo 3 でわかるとおり地表はかなり侵蝕を受けている。B 層の色相は 5 YR で No. 1 土壌と比較すると赤味が弱い、明度・彩度はともにやや高い。下層の透水性は  $2.0 \text{ kg/cm}^3$  以上ですこぶる悪い。ベンチジン反応は、 $\text{MnO}_2$  結核の認められる C 層ではすこぶる強いが、その他は No.1 土壌より弱い。No.1 土壌と異なり下層に  $\text{MnO}^{+2}$  が多量に存在するものと予想された。F 層は地表全面をカバーしている。A 層は薄くかなり侵蝕を受けており、堅果状構造が発達する。A 層と A-B 層の境界は判然としている。A-B 層の上部は微細な堅果状構造がみられることなどから (Er)-DRc 型土壌と判定した。

No.3, 4, 5 土壌は比較のために採取した赤色土である。この地域の赤色土は瀬戸内地域の赤色土と比べると林木の生育はかなり良い。藩制時代徳川領であったために保護政策が行きとどき山が荒らされなかったことも一因であろう。No.3 土壌は黒色片岩由来の土壌である。微細な岩片と考えられる黒色の微細粒を多量に含んでいるため、土色は炭素量の少ない下層でもやや明度が低い。表層は強度の侵蝕を受けており A 層の発達が弱いので (A) 層と判定した。(A) 層は細粒状構造を主とし、堅果状構造を混えている。以上の結果から (Er)-Ra 型土壌と判定した。林木の生育はこの地域の赤色土の中でもっとも悪い。No. 4 土壌は古生層珪岩質岩石由来の土壌で、山頂平坦面で採取した。堅果状構造が良く発達する Rb(d) 土壌である。No. 5 土壌は緑色片岩由来の土壌で、採取地がやせた尾根部の肩のために乾きやすく、細粒状構造と粒状構造が発達し、Ra 型土壌と判定された。



## 4-2 土壌の一般化学的性質

Table 3 に土壌の一般化学的性質を示した。

pH( $H_2O$ )は赤色土はNo.5土壌のC<sub>2</sub>層を除くと、4台で低いのに対し、暗赤色土は5以上で高く、両土壌間に明瞭な差が認められた。二つの暗赤色土では斜面上部のNo.2土壌は5台、斜面下部のNo.1土壌は6台で、斜面下部の方が高い値を示した。これは地形の違いにより、斜面上部の方が塩基の流亡が激しかった結果と考えられ、後述の塩基状態の違いとも一致している。pH(KCl)はpH( $H_2O$ )より約1低い値であるが傾向は同様であった。

置換酸度 ( $y_1$ ) は pH の高い No.1 土壌は低く、No.2 土壌はやや高く、赤色土はさらに高い値を示し、pH と同様に明瞭な差が認められた。赤色土の中では特に No.4, No.5 土壌が高い値を示したが、その中で No.4 土壌の C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> 層は 50 以上といちじるしく高い値を示した。

加水酸度 ( $y_1$ ) も置換酸度 ( $y_1$ ) と傾向は同様であった。しかし、一般的には加水酸度が置換酸度より高い値を示すが、この地域の赤色土では逆に置換酸度の方が高い値を示す層位が多く見られた。この原因については別途説明したい。

炭素量は 5 土壌ともに全体に少なく、最表層でも 3.4~6.0% で、かつ、次の層では激減しており、有機物の浸透の悪さを示している。

C/N 比は No.1 と No.4 土壌の A 層でやや低いが、その他の土壌は高い値を示し、有機物の分解が不良なことを示している。

暗赤色土の CEC は No.1, No.2 土壌ともに有機物含有量は少ないが粘土量の多い下層で大きい値を示している。一方、赤色土は一般にいわれている通り小さい値であり、両土壌間に明瞭な差が認められた。暗赤色土の下層は粘土量が多いがさらに CEC の大きな粘土鉱物を含んでいるのではないかと推測される。しかし赤色土の中でも緑色片岩由来の No.5 土壌は下層で CEC が若干大きい。これも粘土鉱物の特性に由来しているのではないかと思われる。これら CEC と粘土量、粘土鉱物との関係は土壌の基本的性質の一つなので今後詳細に検討を加える予定である。

ExCa は No.5 土壌の A 層が若干高い値であるがそれ以外の赤色土は暗赤色土に比べると低い値を示した。

ExMg の多いことが蛇紋岩由来の暗赤色土の特徴であり、No.1 土壌は 9~11 me/100 g の範囲にありすこぶる高い、断面内傾向は下層に向って高くなっている。同じ蛇紋岩由来の土壌でも No.2 土壌は若干低く、No.1 土壌の約半分であった。斜面上部では下部よりも洗脱が激しかった結果と考えられる。No.1 土壌は ExMg 値が大きいために、B 層の (Ca+Mg) 飽和度は大きく 50% をこえる。この値は「林野土壌の分類 (1975)」<sup>14)</sup> でいう、マグネシウムを主とする塩基系暗赤色土の規定を満足させている。一方、No.2 土壌は、B 層の (Ca+Mg) 飽和度が 19% であるため、非塩基系暗赤色土に位置づけられる。

赤色土の ExMg は緑色片岩由来の No.5 土壌の A 層および C<sub>2</sub> 層で若干高いが全般に低い値を示し、3 土壌ともに (Ca+Mg) 飽和度も小さく、塩基の洗脱の進んでいることを示している。

以上一般化学的の検討結果によりこの地域の蛇紋岩由来の暗赤色土は塩基、特に ExMg 含有量が多く、pH の高い土壌であることがわかった。しかし、この特徴は斜面上部の土壌では若干弱かった。一方、赤色土は塩基の洗脱が進み、酸性化の進んだ土壌であることがわかった。しかし、赤色土の中でも緑色片岩由来の No.5 土壌はこの特徴が若干弱かった。

Table 3. 一般化学的  
Chemical properties of each

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	pH		酸 度 (y <sub>1</sub> ) Acidity		炭 素 C (%)
			H <sub>2</sub> O	KCl	置 換 Exchange	加 水 Hydrol	
1	eDR <sub>0</sub> (d)-mg	A <sub>1</sub>	6.69	5.42	1.3	13.0	4.0
		A <sub>2</sub>	6.30	5.20	0.5	10.1	1.8
		B <sub>1</sub>	6.21	5.20	0.9	9.5	1.7
		B <sub>2</sub>	6.49	5.41	0.7	9.0	1.6
2	(Er)-dDRc	A	5.08	4.20	8.2	28.7	3.9
		A-B	5.21	4.31	4.5	14.2	1.3
		B <sub>1</sub>	5.30	4.31	5.2	13.2	0.8
		B <sub>2</sub>	5.29	4.41	4.0	14.1	0.5
3	(Er)-RA	(A)	4.18	3.53	34.0	47.5	3.4
		B <sub>1</sub>	4.50	3.80	22.3	22.6	0.9
		B <sub>2</sub>	4.55	3.80	19.8	19.8	0.6
		B <sub>3</sub>	4.71	3.82	19.8	17.6	0.4
4	R <sub>0</sub> (d)	A	4.10	3.38	53.8	79.6	6.0
		B <sub>1</sub>	4.51	3.50	35.0	30.8	1.5
		B <sub>2</sub>	4.89	3.58	31.2	22.1	0.6
		C <sub>1</sub>	4.59	3.40	50.3	34.1	0.3
		C <sub>2</sub>	4.50	3.40	63.6	48.4	0.2
5	RA	A	4.65	3.59	35.0	49.8	4.8
		B <sub>1</sub>	4.52	3.51	37.2	30.8	1.8
		B <sub>2</sub>	4.62	3.48	37.5	25.8	0.9
		C <sub>1</sub>	4.79	3.58	38.7	25.5	0.6
		C <sub>2</sub>	5.04	3.79	34.8	26.5	0.4

4-3 細土の無機化学組成および分子比

細土の無機化学組成および分子比を Table 4 に示した。

SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 暗赤色土は赤色土に比べて SiO<sub>2</sub> 含有量が 31~39% と少なく, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量が 31~37% と大きい。赤色土は反対に SiO<sub>2</sub> 含有量がほとんどの層位で 60% 以上と大きく, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量は No.5 土壌の下層を除くと 10% 以下で小さく, 両土壌間に明らかな差が認められた。また, 三つの赤色土のうち, 母材が古生層珪岩質岩石の No.4 土壌で SiO<sub>2</sub> 多, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 少の傾向がもっとも強く, 緑色片岩由来の No.5 土壌は弱かった。これは, 母材の違いによるものと思われる。

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量は No.1 土壌では若干少ないが, 他の土壌はすべて 20% 前後の値を示し大きな差は認められなかった。

重金属含有量 : 暗赤色土は赤色土に比べて Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, NiO, CoO, MnO などの重金属含有量が多い。特に暗色味の強い No.1 土壌は含有量が多い。これら重金属に富む物質は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と同様に暗色を示すものが多い。したがって蛇紋岩由来の暗赤色土の明度の低い主要因がこれら重金属による可能性が高いので, この点については別途研究を進めつつある。また, 前述の通り蛇紋岩由来の暗赤色土地域は植物生育

性 質 (乾土当たり)

sample soil. (On dry basis)

窒 素 N (%)	C/N	塩基置換容量 CEC (me/100g) Cation Exchange capacity	置 換 性 塩 基 (me/100 g)		塩 基 飽 和 度 (%) Rate of saturation		
			カルシウム ExCa	マグネシウム ExMg	Ca CEC	Mg CEC	Ca+Mg CEC
0.25	16	19.9	2.50	9.30	12.56	46.73	59.29
0.13	14	21.9	1.43	10.07	6.53	45.98	52.51
0.14	12	24.6	1.37	11.22	5.57	45.61	51.18
0.14	11	32.4	1.23	11.43	3.80	35.28	39.08
0.19	21	28.1	3.43	4.76	12.21	16.94	29.15
0.07	19	18.6	1.28	3.44	6.88	18.49	25.37
0.04	20	26.7	0.92	4.02	3.45	15.06	18.51
0.03	17	49.9	1.24	5.86	2.49	11.74	14.23
0.15	23	22.9	0.15	0.20	0.66	0.87	1.53
0.06	15	9.5	0.09	0.11	0.95	1.16	2.11
0.06	10	8.6	0.09	0.10	1.05	1.16	2.21
0.04	10	11.0	0.09	0.20	0.82	1.82	2.64
0.58	14	25.0	0.32	0.51	1.28	2.04	3.32
0.08	19	16.2	0.16	0.26	0.99	1.60	2.59
0.04	15	20.0	0.25	0.35	1.25	1.75	3.00
0.03	10	15.3	0.12	0.14	0.78	0.92	1.70
0.03	7	15.7	0.14	0.11	0.89	0.70	1.59
0.20	24	26.8	2.68	1.15	10.00	4.29	14.29
0.10	18	19.0	0.37	0.34	1.95	1.79	3.74
0.04	23	21.4	0.24	0.32	1.12	1.50	2.62
0.03	20	20.0	0.29	0.75	1.45	3.75	5.20
0.02	20	27.1	0.15	1.14	0.55	4.21	4.76

がいちじるしく悪い。この現象は暗赤色土だけでなく、蛇紋岩由来の他の土壌でも見られることから、この原因が重金属過剰による生理阻害にあると考えられるので、この点についても今後研究を進める予定である。

CaO, MgO 含有量: 蛇紋岩由来の暗赤色土の特徴として塩基類, 特に MgO 含有量が著しく多いことがあげられる。No.1 土壌はその特徴を良く現して含有量が多い。No.2 土壌は斜面上部のために流亡が激しかったのか, No.1 土壌の半分以下の値であった。一方, 赤色土の No.3, No.4 土壌の CaO, MgO 含有量は少ない。これらの値はわが国で普通に見られる赤色土と同じレベルである。しかし, 緑色片岩由来の No.5 土壌は MgO 含有量が多く, No.2 土壌とほぼ同等の値を示した。緑色片岩は緑泥石, 緑れん石などの緑色鉱物を含み, 緑泥石は Mg, Fe, Al の珪酸塩混合物からなっている。したがって Mg 含有量が多い。また緑色片岩は一般に硬度が低いので機械的には細粒となりやすいが, 動力変成作用による化学変化を受けているので, 化学風化に対する抵抗が強く, 赤色風化のような強烈な風化を受けてもなお緑色片岩の性質を残しているものと考えられる。

以上, 暗赤色土と赤色土の無機化学組成について比較検討した結果, 暗赤色土は, SiO<sub>2</sub> が少なく, Fe<sub>2</sub>

Table 4. 細土の無機化学組成  
Chemical compositions and their molecular ratios

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	灼熱減量* Ignition loss	珪 素 SiO <sub>2</sub>	鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	アルミ ニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	クロム Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	マンガン MnO
1	e DR <sub>D</sub> (d)-mg	A <sub>1</sub>	9.85	39.58	31.61	7.94	3.91	0.527
		A <sub>2</sub>	8.01	34.33	33.07	11.71	3.95	0.600
		B <sub>1</sub>	10.44	34.31	34.91	15.55	3.34	0.615
		B <sub>2</sub>	10.19	31.85	34.18	14.04	3.26	0.602
2	(Er)-d DR <sub>C</sub>	A	12.83	35.51	37.38	15.85	2.83	0.350
		A-B	9.12	36.67	35.81	16.08	2.39	0.212
		B <sub>1</sub>	9.96	37.63	32.02	23.36	1.60	0.121
		B <sub>2</sub>	11.13	34.17	32.20	23.40	1.24	0.169
3	(Er)-R <sub>A</sub>	(A)	11.71	62.20	7.93	23.57	0.21	0.037
		B <sub>1</sub>	8.52	61.46	8.60	22.64	0.14	0.015
		B <sub>2</sub>	7.09	63.41	8.01	18.03	0.21	0.026
		B <sub>3</sub>	7.73	59.56	9.67	22.29	0.17	0.027
4	R <sub>D</sub> (d)	A	15.06	75.68	5.78	13.04	0.21	0.037
		B <sub>1</sub>	9.70	67.61	7.81	19.85	0.28	0.036
		B <sub>2</sub>	8.85	62.07	9.36	24.40	0.25	0.041
		C <sub>1</sub>	5.89	66.64	7.97	20.45	0.33	0.046
		C <sub>2</sub>	5.41	69.63	6.77	17.23	0.18	0.028
5	R <sub>A</sub>	A	12.41	61.36	8.88	21.15	0.30	0.133
		B <sub>1</sub>	10.02	60.69	10.33	21.99	0.44	0.116
		B <sub>3</sub>	8.53	57.46	11.08	23.10	0.26	0.101
		C <sub>1</sub>	6.40	50.13	15.01	20.81	0.33	0.110
		C <sub>2</sub>	9.45	43.43	19.53	20.21	0.44	0.148

\* 灼熱重ベース

O<sub>3</sub>, MgO, CaO が多く、かつ重金属に富むといった蛇紋岩の特異な性質を多く残していた。この傾向は斜面下部土壌の方が強かった。また赤色土の中でも緑色片岩由来のものには母岩の化学組成の特徴の残留がうかがえた。

分子比：前述の通り蛇紋岩由来の暗赤色土は、赤色土に比べて SiO<sub>2</sub> 含有量が少なく、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO が大きいために、これらより算出する SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>/CaO, SiO<sub>2</sub>/MgO はそれぞれ小さい値を示した。また赤色土では No.5 土壌が他の No.3, 4 土壌と異なり、暗赤色土と他の 2 赤色土との中間的な値を示していた。なお、分子比の中で SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は暗赤色土が赤色土よりわずかに小さい程度で大差は認められなかった。

#### 4-4 母岩の化学組成

東三河地域の中宇利, 黄柳野, 多利野の 3 地点の蛇紋岩と、福井市東山墓地公園で採取した安山岩の化学組成を Table 5 に示した。なお福井市の安山岩山地は赤色土と暗赤色土の中間の土壌が分布していた。東三河地域の蛇紋岩は安山岩に比べると、灼熱減量が多い、これは化学水が多いことに起因している。

と分子比 (灼熱重ベース %)  
of fine soil, (<2 mm) (Percent on ignition basis)

亜鉛 ZnO	銅 CuO	ニッケル NiO	コバルト CoO	カルシウム CaO	マグネシウム MgO	分子比				
						$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{MgO}}$
0.062	0.075	0.264	0.053	3.67	5.77	3.33	8.45	2.39	10.14	4.61
0.052	0.021	0.397	0.057	2.92	7.37	2.76	4.97	1.77	10.98	3.12
0.052	0.046	0.555	0.065	1.90	5.68	2.61	3.73	1.53	16.79	4.05
0.045	0.059	0.616	0.071	1.58	6.11	2.48	3.84	1.51	18.93	3.49
0.059	0.021	0.164	0.043	1.21	3.66	2.53	3.81	1.52	26.86	6.49
0.051	0.020	0.146	0.032	0.44	2.44	2.72	3.86	1.60	76.25	10.00
0.041	0.020	0.136	0.024	0.26	2.57	3.13	2.73	1.46	125.2	9.78
0.036	0.019	0.141	0.028	0.30	2.62	2.82	2.47	1.32	113.8	8.75
0.019	0.016	0.018	0.010	0.14	1.02	20.7	4.48	3.68	517.5	41.40
0.017	0.021	0.024	0.006	0.11	0.97	18.94	4.61	3.71	511.5	42.63
—	0.011	0.018	0.006	0.12	0.94	21.10	5.96	4.65	527.5	45.87
0.019	0.013	0.019	0.008	0.12	0.98	16.25	4.53	3.54	495.5	41.29
0.024	0.015	0.019	0.008	0.27	0.76	34.97	9.84	7.68	251.8	66.26
0.022	0.019	0.020	0.008	0.20	0.84	22.96	5.77	4.61	281.3	53.57
0.024	0.019	0.031	0.008	0.15	0.87	17.51	4.32	3.47	344.3	46.95
0.024	—	0.022	0.006	0.12	0.96	22.18	5.52	4.42	554.5	46.21
0.015	0.028	0.023	0.008	0.13	1.00	27.60	6.86	5.49	579.5	46.36
0.032	0.056	0.032	0.009	0.38	2.23	18.23	4.93	1.33	145.7	18.56
0.031	0.019	0.067	0.010	0.24	2.35	15.54	4.68	3.59	252.5	17.41
0.032	0.025	0.032	0.011	0.26	2.64	13.86	4.21	3.23	191.2	14.48
0.034	0.019	0.042	0.015	0.31	3.08	8.87	4.09	2.80	139.0	10.83
0.039	0.028	0.053	0.022	0.36	3.46	5.93	3.65	2.26	120.5	8.41

化学組成では MgO 含有量が著しく多く、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量も少なくない。一方、SiO<sub>2</sub> 含有量は 45% 以下で少なく、この値は超塩基性岩に相当する。また、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O の含有量は少ない。特記すべきは重金属 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、NiO、CoO 含有量の多いことである。

この地域の蛇紋岩ははんれい岩に伴って分布していることから<sup>20)</sup>はんれい岩が変質して蛇紋岩となったと考えられる。3 地点の蛇紋岩を比較すると、多利野のものは暗緑色で表面に緑色の脂肪光沢が鮮明で、その圧砕試料は黒色味が強い。一方、中宇利、黄柳野のものは両者良く似ており、緑色の脂肪光沢が弱く、圧砕試料は灰色味をおびている。化学組成も外観と同様に中宇利と黄柳野のものは良く似ており、多利野とは多少異なっている。

#### 4-5 蛇紋岩から暗赤色土が生成する時の化学組成の変化

蛇紋岩から暗赤色土が生成された時、いかに化学組成が変化したかを見るために、土壤の化学組成(%)から No.1, No.2 土壤の採取地である中宇利の蛇紋岩の化学組成(%)を差し引いて作成したのが Table 6 である。表の上段は化学組成増減(%), 下段は蛇紋岩中の含有率に対する土壤中の含有率の倍率を示して

いる。

蛇紋岩は、一つの岩体であってもすべての部分が均質な化学組成を有しているとは考えられないので、No.1, 2 土壌の母岩の化学組成が供試した蛇紋岩の化学組成と同じであったという証拠はない。したが

Table 5. 蛇紋岩の化学組成  
Chemical compositions and their molecular ratios

試料 Sample	灼熱減量 <sup>*</sup> Ignition loss	珪素 SiO <sub>2</sub>	鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	クロム Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	マンガン MnO	亜鉛 ZnO	銅 CuO
中字利蛇紋岩	10.47	42.24	13.689	2.290	0.423	0.220	0.025	0.009
黄柳野蛇紋岩	10.92	41.31	15.821	1.749	0.761	0.238	0.028	0.017
多利野蛇紋岩	12.50	45.36	9.361	0.556	0.849	0.225	0.022	0.011
福井安山岩	0.99	52.53	8.699	18.552	0.050	0.205	0.023	0.010

\* 乾燥重ベース

Table 6. 蛇紋岩が土壌化するにとも  
Differences of the amount of chemical components

試料 Sample	層位 Horizon	珪素 SiO <sub>2</sub>	鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	クロム Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	マンガン MnO
No. 1 e DR <sub>b</sub> (d)-mg	A <sub>1</sub>	- 2.66	+ 17.93	+ 5.65	+ 3.48	+ 0.307
		1/1.07	2.31	3.43	9.23	2.40
	A <sub>2</sub>	- 7.91	+ 19.38	+ 9.42	+ 3.53	+ 0.380
		1/1.23	2.42	5.11	9.34	2.73
B <sub>1</sub>	- 7.93	+ 21.22	+ 13.26	+ 2.92	+ 0.395	
	1/1.23	2.55	6.79	7.90	2.80	
B <sub>2</sub>	- 10.39	+ 20.49	+ 11.75	+ 2.84	+ 0.382	
	1/1.33	2.50	6.13	7.70	2.74	
No. 2 (Er)-d DRC	A	- 6.73	+ 23.69	+ 13.56	+ 2.41	+ 0.130
		1/1.19	2.73	6.92	6.69	1.59
	A-B	- 5.57	+ 22.12	+ 13.79	+ 1.96	- 0.008
		1/1.15	2.62	7.02	5.64	1/1.04
B <sub>1</sub>	- 4.61	+ 18.33	+ 21.07	+ 1.17	- 0.099	
	1/1.12	2.34	10.20	3.78	1/1.82	
B <sub>2</sub>	- 8.07	+ 18.51	+ 21.11	+ 0.82	- 0.051	
	1/1.24	2.35	10.22	2.94	1/1.30	

[注] 上段は組成(%)の増減(表-4 No. 1~2の組成(%)から表-5 中字利の組成(%)を引いた値)  
下段は蛇紋岩中の含有率に対する土壌中の含有率の倍率

って、Table 6 の組成 (%) の増減は正確な値とはいえない。しかし、成分変化の傾向の概要は示しているものと思われるので、この前提に立って以下述べることにする。

最も減少しているのが MgO で 30~34% の減で蛇紋岩の 1/5~1/15 になっていた。次いで SiO<sub>2</sub> が

および分子比 (灼熱重ベース %)  
of serpentinite. (Percent on ignition basis)

ニッケル NiO	コバルト CoO	カリウム K <sub>2</sub> O	ナトリウム Na <sub>2</sub> O	カルシウム CaO	マグネシウム MgO	分 子 比				
						$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{CaO}}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{MgO}}$
0.408	0.037	0.433	0.262	2.542	36.719	8.17	31.96	6.57	15.62	0.772
0.300	0.035	0.728	0.359	0.242	37.996	6.94	40.41	5.92	171.75	0.729
0.525	0.041	0.143	0.073	0.183	42.242	12.80	151.0	11.80	251.67	0.720
0.025	0.017	1.097	3.171	8.775	4.796	16.05	4.80	3.70	5.59	7.350

ない変化する化学成分

between serpentinite and soils derived from serpentinite

亜鉛 ZnO	銅 CuO	ニッケル NiO	コバルト CoO	カルシウム CaO	マグネシウム MgO	pH
+ 0.037 2.48	+ 0.066 8.33	- 0.144 1/1.55	+ 0.016 1.43	+ 1.128 1.44	- 30.95 1/6.37	6.69
+ 0.027 2.08	+ 0.012 2.33	- 0.011 1/1.03	+ 0.020 1.54	+ 0.373 1.15	- 29.35 1/4.99	6.30
+ 0.027 2.08	+ 0.037 5.11	+ 0.147 1.30	+ 0.028 1.76	- 0.639 1/1.34	- 31.04 1/6.47	6.21
+ 0.020 1.80	+ 0.050 6.56	+ 0.208 1.51	+ 0.034 1.92	- 0.958 1/1.60	- 30.61 1/6.01	6.49
+ 0.034 2.36	+ 0.012 2.33	- 0.244 1/2.49	+ 0.006 1.16	- 1.333 1/2.10	- 33.06 1/10.03	5.08
+ 0.026 2.04	+ 0.011 2.22	- 0.262 1/2.79	- 0.005 1/1.16	- 2.106 1/5.83	- 34.28 1/15.02	5.21
+ 0.016 1.64	+ 0.011 2.22	- 0.272 1/3.00	- 0.013 1/1.54	- 2.280 1/9.70	- 34.15 1/14.27	5.30
+ 0.011 1.44	+ 0.010 2.11	- 0.267 1/2.89	- 0.009 1/1.32	- 2.245 1/8.56	- 34.10 1/14.00	5.29

Table 7. 蛇紋岩が土壤化するにともない変化  
Correlation coefficients of chemical component

	珪素 SiO <sub>2</sub>	鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	クロム Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	マンガン MnO	亜鉛 ZnO
SiO <sub>2</sub>		-0.292	-0.160	-0.010	-0.342	0.430
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.292		-0.077	0.100	0.067	0.364
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.160	-0.077		-0.948	-0.785	-0.825
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0.010	0.100	-0.948		0.909	0.760
MnO	-0.342	0.067	-0.785	0.909		0.499
ZnO	0.430	0.364	-0.825	0.760	0.499	
CuO	0.136	-0.266	-0.664	0.604	0.642	0.424
NiO	-0.617	0.057	-0.444	0.622	0.867	0.085
CoO	-0.465	0.143	-0.701	0.826	0.973	0.399
CaO	0.195	-0.243	-0.900	0.911	0.807	0.697
MgO	-0.292	-0.133	-0.761	0.895	0.953	0.419
pH(H <sub>2</sub> O)	-0.094	-0.388	-0.745	0.797	0.865	0.338

2.66~10.39% 減少していた。反対に増加の著しいものとしては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 5.65~21.11% 増で 3.47~10.22 倍増であり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は風化、土壤化の過程において安定していたといえよう。次いで Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 17.93~23.69% の増加であった。したがって蛇紋岩から暗赤色土が生成されるとき大きな化学組成変化は、多量の MgO の流亡、次いで SiO<sub>2</sub> の減少、これに対する相対的な Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の増加である。このように塩基類の洗脱、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の増加という風化作用は赤色土の場合と同様であった。No.1, No.2 土壤では、MgO は pH の低い No.2 土壤の方が減少率が高かった。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の増加の幅は No.1 と No.2 土壤間で大差はないが、No.1 は下層の方が増加量が多く反対に No.2 は表層の方が増加量が多かった。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は No.1 は 5.65~13.26% と増加量が少ないが、No.2 土壤の B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 層では 21% 以上と増加量が多かった。塩基類の減少、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の増加の多い方が土壤化が進んでいるとすれば No.2 土壤の方がより土壤化が進んでいるといえる。微量元素で増加しているものは、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CuO であるが Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が暗赤色味の強い No.1 土壤では 7.70~9.34 倍と高い増加率を示している。暗色の原因の一つが Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であることが推測される。この Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の増加は高 pH による Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の安定と、斜面上部より流亡して来て集積した可能性とが考えられる。

その他の元素では、NiO は No.1 土壤の B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 層では増で、その他の層位は減少、CoO は No.2 土壤の A-B 層より下層では減、その他の層は増、CaO は No.1 土壤の A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 層が増、その他の層位は減少しており、増減の原因究明が困難であった。

#### 4-6 蛇紋岩が土壤化する時の各化学成分間の増減および pH との相関関係

蛇紋岩が土壤化する時に、各化学成分間および細土試料の pH といかなるかかわり合いにあるかを知るために、Table 6 に示した化学成分率(%)の増減および細土の pH 相互間の相関関係をこころみに取った



する各化学成分率(%)の増減および細土の pH 間の相関係数  
between serpentinite and soils from serpentinite

銅 CuO	ニッケル NiO	コバルト CoO	カルシウム CaO	マグネシウム MgO	pH(H <sub>2</sub> O)
0.136	-0.617	-0.465	0.195	-0.292	-0.094
-0.266	0.057	0.143	-0.243	-0.133	-0.388
-0.664	-0.444	-0.701	-0.900	-0.761	-0.745
0.604	0.622	0.826	0.911	0.895	0.797
0.642	0.867	0.973	0.807	0.953	0.865
0.424	0.085	0.399	0.697	0.419	0.338
	0.555	0.665	0.677	0.551	0.827
0.555		0.934	0.455	0.788	0.760
0.665	0.934		0.678	0.887	0.826
0.677	0.455	0.678		0.855	0.847
0.551	0.788	0.887	0.855		0.885
0.827	0.760	0.826	0.847	0.885	

結果を Table 7 に示した。

細土の pH(H<sub>2</sub>O) と正の相関関係の高いものとしては MgO, MnO, CaO, CuO, CoO などが認められた。しかし、これらの中には MgO のように母岩の値より常に減少している成分、CuO のように常に増加しているが pH が高いと増加率が高いもの、MnO, CoO のように pH が高いか、または低くても表層だと増加、低くて下層だと減少の値を示すもの、(これらは低 pH, 嫌気的条件下で流亡しているのではないかと考えられる) などが含まれており、pH と相関関係の高いものの中でも異なった傾向を示した。

負の相関関係の高いものとしては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> がある。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は低 pH 条件でも抵抗性が強いので残存し、MgO が低 pH だと著しく減少するので相対的に増加の値を示すものと考えられる。

その他のグループとして pH とはほとんど相関関係のない SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO などが認められた。

各化学成分間で相関関係の高いものも多く見られる。負の相関係数の高いものとしては Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO がある。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や CaO が減少するような条件では Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は増加するものと考えられる。正の相関関係の高いものとしては Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は MnO, CaO, および MgO と、また MnO は MgO, および CoO と、NiO は CoO とそれぞれ高い相関関係にあることがわかった。これらは各グループ間で同一条件だと同じような動きをするものと考えられる。

## 5. おわりに

この報告は東三河地域の蛇紋岩由来の暗赤色土の性質および生成条件を調べるために、周囲の赤色土と、断面形態、一般化学的性質、無機化学組成について比較し、それらの相互関係を明瞭にしたものである。さらに蛇紋岩から暗赤色土が生成する時の化学組成の変化についても調べ興味のある知見を得ること

ができた。

稿を終えるに当たり、ご校閲と有益な助言を賜った林業試験場四国支場久保哲茂支場長、調査に御協力下さった同調査部海外林業調査科技術情報室八木久義室長、愛知県林業試験場小林元男技師に深く感謝の意を表する。

### 引用文献

- 1) 大政正隆：ブナ林土壌の研究(特に東北地方のブナ林土壌について)，林野土調報 1, 1~243, (1951)
- 2) 真下育久：森林土壌の理学的性質とスギ・ヒノキの成長に関する研究，林野土調報, 11, 1~182, (1960)
- 3) 山谷孝一：ヒバ林地帯における土壌と森林生育との関係，林野土調報, 12, 1~156, (1962)
- 4) 山本 肇：土壌の性質とトドマツの成長，林野土調報, 12, 157~233, (1962)
- 5) 前田禎三・宮川 清：林床植生による造林適地の判定 わかりやすい林業研究解説シリーズ, No. 40, 90 pp. 日林協, 東京, (1970)
- 6) 農林水産省林野庁監修：日本の森林土壌, 680 pp. 日林協, 東京, (1983)
- 7) 森田佳行：小笠原諸島の暗赤色を呈する森林土壌について (I) 環境条件, 形態, 粒径組成, ならびに一般化学性について, 日林誌, 63, 1~7, (1981)
- 8) ————：同上 (II) 粘土鉱物および遊離酸化物, 日林誌, 64, 93~100, (1982)
- 9) ————・八木久義・大角泰夫：湘南, 高麗山地域の富塩基土壌の生成要因と分類学上の位置づけについて (第 I 報) 形態的特徴ならびに一般理化学性, 林試研報, 314, 147~162, (1981)
- 10) ————：同上 (第 II 報) 分布, 粘土鉱物組成, 母岩の性質と生成・分類についての考察, 林試研報, 333, 67~91, (1985)
- 11) 土じょう部：林野土壌の分類 (1975) 林試研報, 280, 1~28, (1976)
- 12) 原田 光：鳥取県若桜町に於ける蛇紋岩の風化に就いて, 土肥誌, 23, 137, (1953)
- 13) 近藤鳴雄・加藤敏雄・山田金一：三ヶ日町の土壌 三ヶ日町, (1962)
- 14) 久保哲茂・小島俊郎：土地分類基本調査土じょう, 高知, 国土調査, 経済企画庁, 19~20, (1966)
- 15) 永塚鎮男：静岡県三ヶ日町周辺の蛇紋岩上の土壌生成 (第 1 報) 鉱物組成と化学的性質, 土肥誌, 36, 235~239, (1965)
- 16) ————：同上 (第 2 報) 粘土鉱物組成, 土肥誌, 38, 188~192, (1967)
- 17) ————：西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成分類に関する研究, 農技研報, B26, 133~275, (1975)
- 18) 河田 弘・西田豊昭：森林土壌の遊離酸化物について, 林試研報, 275, 1~22, (1975)
- 19) ————：森林土壌の腐植に関する研究, 第 4 報, 乾性および湿性ポドゾル, 暗赤色土, 泥炭土および泥炭の腐植の形態, 林試研報, 284, 57~80, (1976)
- 20) 西田豊昭：蛇紋岩および安山岩に由来する暗赤色土の化学的組成と遊離酸化物の形態, 日林論, 89, 12~129, (1978)
- 21) CIRIC, M.: Ein Beitrag zur Bodenbildung auf Serpentin. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde, 86, 115~120, (1962)
- 22) БОГАТЫРЕВ, К. П.: Поцвы на красноцветных корях выветривания Народной Республики Алвании, Почвоведение, 10, 37~46, (1960)
- 23) DE CASTRO, A. H.: La genese du sol sur roches basiques, Trans. 7th Intern. Congr. Soil Sci., IV, 413~417, (1960)

- 24) JOFFE, J. S. : Pedology, 2nd ed. Pedology publications, New Brunswick, New Jersey. 472~473, (1949)
- 25) КАРТАШОВ, И. П., ЧЕРНЯХОВСКИЙ. А. Г., ПЕНЬЯЛЬВЕР, Л. : Красноцветные плейстоценовые огложения Кубы и их происхождение. Изд. АН СССР Геол. 4, 86~99, (1980)
- 26) 経済企画庁総合開発局 : 土地分類図, 表層地質図, 愛知県, (1975)
- 27) 農林省林業試験場・林野庁 : 国有林林野土壤調査方法書, 1~47, (1955)
- 28) 土壤養分測定法委員会編 : 土壤養分分析法, 33~43, 養賢堂, 東京, (1970)

**Genesis and Classification of Dark Red Soil Derived from Serpentinite I  
Comparison distribution, morphological features and chemical properties  
between dark red soil and red soil in mikawa, aichi prefecture**

Yoshiyuki MORITA<sup>(1)</sup>, Yasuo OSUMI<sup>(2)</sup> and Daisuke NATSUME<sup>(3)</sup>

Summary

There have been very rare the studies on the nature, distribution and the formative process of Dark Red Soil. In this study, following conditions were examined in Dark Red Soil in the eastern Mikawa District, Aichi Prefecture, with reference to Red Soil distributed in the neighboring area : distribution pattern, morphological features and chemical properties of these soils. In addition to these characteristics, chemical compositions of soil material and serpentinite as the parent material are specially determined for evaluating the condition of chemical weathering of the Dark Red soil.

The following results were obtained :

1) Growth trouble was found in the plants, particularly in woody plants, grown on the Dark Red Soil which spreads in the hilly area with gentle undulation (100 to 200 m above sea level).

2) pH and CEC values and cation contents of the Dark Red Soil were higher than those of the Red Soil.

3) The eutric Dark Red Soil, containing higher amounts of Mg, mainly distributed in the lower parts of hill slopes, whereas the distric Dark Red Soil on the upper slopes.

4) The serpentinite contains lower concentration of  $Al_2O_3$  and  $SiO_2$  higher of Mg than those of soil material.  $Fe_2O_3$  and other heavy metals were specially concentrated into the soil materials. Therefore, with proceeding of soil formative precesses, Mg which was easily removable was soon eluviated from soil material, whereas heavy metals which were resistant to eluviation were concentrated in the material.

5) pH values were well correlated with the contents of Mg, Mn and other metal cations.

---

Received April 30, 1986

(1) (2) Forest Soil Division

(3) Aichi Prefectural Forest Experiment Station