

# 石灰岩性赤色土壌の土壌特性と気候について

漆 原 和 子

## I. はじめに

石灰岩性赤色土壌とは、本稿では「主として、石灰岩を母材として生成されたと考えられる 10R, 2.5 YR, 5 YR の色相を示す B 層位を有する土壌」の意味に用いる。石灰岩母材の赤色土壌はわが国では亜熱帯モンスーン気候下の南西諸島において、古生層中の石灰岩地域、第四紀の隆起サンゴ礁地域に分布する。

また、地中海性気候下に分布する、主として石灰岩母材の赤色土壌は、テラロッサと一般に呼ばれている。わが国では南西諸島の石灰岩地域の赤色土壌をテラロッサと同一視した論文もかつて発表された。本稿では、わが国の南西諸島と地中海性気候下の例としてユーゴスラヴィア（ダルマチア地方）をとりあげ、両地域の石灰岩性赤色土壌の特性を比較し、そのちがいを引きおこしている要因の一つと思われる気候のちがいについても検討することを目的とした。

## II. 石灰岩性赤色土壌と気候に関する研究

### 1. 地中海性赤色土と気候に関する研究

地中海性気候下で生成されたとされる石灰岩母材の赤色土壌に関する研究で、かつ気候と土壌特性との関係について論じたものは多くはないが、次のようなものがある。

ステイス (Stace, 1956) は、南オーストラリアのテラロッサとレンジナ (rendzina) について、化学的な性質上、両者はかなり共通していて、連続した土壌のメンバーと考えることができるので、“テラカル (Terracal)” の用語を用い、red-terracal, brown-terracal, black-terracal としてはどうかという提案をした。さらに彼は、テラロッサもレンジナも地中海性気候下で形成されるが、赤褐色土は  $(P/E)^{0.7}$  index (Prescott, 1949) が 0.92 以下のときのみ形成され、1.07 以上になると黒色の土壌が生じると述べ、気候条件への検討を行っている。カーン (Khan, 1959 a, 1959 b, 1960) はヨーロッパ各地の石灰岩またはチョークの地域のテラロッサ、英国の赤褐色土、レンジナについてその性質を検討した。テラロッサは母岩から土壌へ  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が大きく増加しているのに、レンジナは  $\text{SiO}_2$  の増加が小さく、 $\text{CaO}$  が多い。また、地中海地方のテラロッサと英国の赤褐色土の間には重要なちがいは何もなく、土壌形成上の過程に大きな差がないようだとしている。

ユーゴスラヴィアにおいては、広い面積にわたって石灰岩性赤色土が分布している。最近になって、テラロッサよりも地中海性赤色土の用語を用いる文献が多い。ユーゴスラヴィアの土壤分類図および説明書 (Nejgebauer *et al.*, 1961) では、Mediterranean Red Soil (Terra rossa) の表示が用いられ、その性質は赤色から褐色までで、(B) 層は粘土が多く、 $P_2O_5$  の含有量が少ないと説明されている。また、シュコリツ (Škorić, 1962) はテラロッサの用語を用い、ユーゴスラヴィアのテラロッサの粘土鉱物について調べた結果、テラロッサはイライト、ハロイサイトと石英が支配的であると述べた。さらに、スロベニア共和国においては、従来のテラロッサをその性質上、二つに細分した。すなわち、イロウカ (Ilovka) とクレメニツァ (Kremenica) である (Sušin, 1964, 1968)。クレメニツァはイロウカにくらべて、B 層において水素イオンが大で、他の陽イオンは低い。クレメニツァは非常に珪質であることが特色で、白亜紀石灰質粘板岩が母材であることが大きく影響しているのであろうという。グレゴリッチュ (Gregorič, 1969) はドロマイトを母材とする赤褐色土、レンジナの土壤形成について論じ、粘土鉱物の連続的な発達から、レンジナ→赤褐色レンジナ→薄い赤褐色土→厚い赤褐色土へと発達することを示唆した。

デュショフルら (1986) によれば、地中海性気候下では、赤色化作用が優勢であり、亜地中海性気候下では、褐色化作用が優勢である。このため、亜地中海性気候下では古土壌としてテラロッサがある場合、二次的褐色化作用が行われる。赤色化作用の進行速度は、最も速く進行するのは暑い地中海性気候下 (ギリシア, 北アフリカ) である。ここでは鉄珪酸アルミナ化作用と赤色化作用は、性質、年代の異なる種々の母材上に一般に生じるとして、具体的に土壌特性と気候について述べている。具体的な観測値はあげていないものの、土壌特性と地中海性気候が密接に関連していることが述べられている。

## 2. わが国の赤色土と気候に関するこれまでの研究

わが国における石灰岩母材の赤色土と気候に関する研究は、これまで赤色土壌の一部として扱われているにすぎない。したがってここでは、赤色土壌と気候条件について論じた文献について述べる。

日本における土壌図は、関 (1930a, b) によって作成され、ミカイロウスカイヤ (Mikhailovskaia, 1930) によって編集作成された。彼女は、日本の北緯  $38^\circ$  以南に黄色土、赤色土が分布すると推定した。関 (1934) は、赤色土は東海地方以西に分布するとし、スワンソン (Swanson, 1946, 47) は、東海地方以西に赤色、黄色ポドゾル性土壌が分布するとした。これらの土壌分類およびその分布に対して、日下部 (1948) は気候条件に重点をおいて検討を加えた。彼はランク (Lang, 1926) の雨量係数とマイヤー (Meyer, 1926) の N-S 係数を算出し、年平均気温  $13^\circ\text{C}$  以上の地域では、雨量係数、N-S 係数から当然ポドゾルを生ずる条件を備えていても、赤色土が分布すると述べている。一方、菅野 (1949) は、日下部の結果に疑問をもち、独自の土壌分布図を作成し、赤色土の分布範囲を、東海、山陽以西に定めた。雨量係数、N-S 係数から同様に、ポドゾル、褐色森林土、赤色土の境界を求めた。各土壌区間にかなりの重なりがあること、また

赤色土区域の境は年平均気温 14.5°Cであることを強調した。

その後、鴨下 (1955, 1957, 1958, 1959) は、成帯性土壌として、ポドゾル、褐色森林土、赤色土を認め、ポドゾルの南限を青森県南端に、赤色土の北限を山陰から東海地方に至る地帯に定めた。また、日本の石灰岩に由来する赤色土壌をテラロッサとみなした。その後、成帯性土壌としての赤色土、黄色土が西南日本に存在するという考えは、菅野によって引き継がれた (菅野, 1961)。彼は赤色土と黄色土は地理的に相接しているのを、赤黄色土と命名した。赤黄色土は褐色森林土よりも一次鉱物の分解がすすみ、粘土も多く、溶脱程度もすすんでいる。日本の北緯 33°~35° の範囲内に分布していて、湿潤亜熱帯の最北部に生成された土壌型であると規定した。

一方、大政・黒鳥・木立 (1957) は新潟県において、赤色土の存在を確かめた。これまで赤色土の生成気候条件と考えられてきた気候指数、つまり、結霜期間を除く雨量係数、N-S 係数、温度などから検討したが、この地域はその条件を満たしていない。赤色土に限られた地形面に存在することから、第三紀末または洪積世初期の暖かい気候下で生成された古赤色土であると述べた。その後、松井・加藤 (1962)、松井 (1963, 1964) は、九州から本州北端ないしは北海道に分布する赤色土壌は古赤色土で、下末吉期 (R/W 間氷期) に相当する温暖期に生成されたものであろうと考えた。そして、生成気候条件を、年平均気温 20°C 前後、年降水量 1,500~3,000 mm、年積算温度 5,000°C の常緑広葉樹林の地帯と推定した。黒鳥・大政 (1963)、木立・大政 (1963) は、松井らと同じ見解に立ち、東北、渥美半島、北九州の赤色土は古赤色土であり、G/M 間氷期に生成されたもので、その後の保存に、現在の西南日本の亜熱帯的気候条件が有意であったと考えた。

・ Kanno *et al.* (1963) は引き続き、赤黄色土は成帯性土壌であるとの立場をとった。九州の赤黄色土は現在の気候条件、すなわち、年降水量 1,703 mm、年平均気温 15.4°C、相対湿度 76%、蒸発量 1,238 mm、積算温度 4,828°C、P/E 示数 164、T/E 示数 83、乾燥度 0.56 (馬・文, 1958) で生成可能であると述べた。

1964 年には、これらの成帯性赤黄色土説、古赤色土説の二つの立場からシンポジウムがもたれ、菅野 (1964)、黒鳥 (1964)、松野 (1964)、松井 (1964) らの討論が行われた。古赤色土説の立場から、古赤色土の分布は北海道の浜頓別—天塩を結ぶ線以南で出現し、古赤色土の生成は、R/W 間氷期と、それ以降の例えばヴェルム氷期中の亜間氷期の 2 回あること (佐々木, 1964; 松井・加藤, 1965) がまとめられた。そして松井 (1964) は、関東以西—九州南端には、それ以南の真の成帯性赤色土と、それより北側の褐色森林土の中間の独立した成帯土壌型が存在するであろうと推定し、これを“黄褐色森林土”と呼ぶことを提案した。その生成気候条件は、年平均気温 14~16°C、積算温度 4,500~5,000°C、年降水量 1,500~2,500 mm と規定した。

赤色土に対する二つの見解は、その後も大きな論点となっていく。岩佐 (1965) は仙台付近で、R/W 間氷期に相当する古赤色土の報告をし、一方、近藤 (1965) は「松井が比較地理学的方法によって、西南日本一帯に黄褐色森林土が分布するであろうことを予測したことはすぐれた見解である」としながらも、状況証拠的限界をもっているとして疑問をなげかけ、西南日本一帯

は褐色森林土帯から赤色土帯に移行する漸移帯と考えたらよいと提案している。また遠藤(1966)は、「赤黄褐色土」の用語を提案している。

その後、永塚(1975)は、古赤色土—黄褐色森林土説を実証するものとして、興味深い結果を示した。すなわち、東海・近畿地方では、赤色土は、更新世前期末から更新世中期初期にかけて形成された地形面と、更新世中期に形成された高位段丘面に分布し、黄褐色森林土は、丘陵性小起伏面内の侵食帯ならびに更新世後期以後に形成された中位・低位段丘面に分布する、としている。そして黄褐色森林土は、古赤色土よりも脱珪酸作用の程度が弱い。遊離鉄の結晶化指数を算出すると、褐色森林土は非晶質の遊離鉄が多く、黄褐色森林土は結晶化が進行している。古赤色土は形成年代が古いのでよりいっそう結晶化している。そして、わが国の冷温帯落葉樹林気候帯の褐色森林土と、亜熱帯降雨林気候帯の赤色土との中間帯に位置する照葉樹林気候帯の成帯性土壌型としての黄褐色森林土が存在することを実証した。今日ではデュショフルら(1986)の述べるように、現在の生物・気候条件下で生成している赤色土は奄美群島以南に分布すると考えられている。

本稿でとり扱う石灰岩性赤色土は、沖縄では古くから「島尻マーシ」と呼ばれていた。藍(1930)は琉球列島のアルカリ土壌としてこれを扱った。川島ら(1943)は、土壌特性をあげて、沖縄においてはむしろ土壌型の名称として「マーシ」を用いるべきであると主張した。その後、鴨下ら(1952)は石灰岩母材の赤色土の名称テラロッサが石灰岩母材の赤色の土壌に広く適用されているとして、沖縄のものはテラロッサ様土と呼んだ。また、前述の鴨下(1955, 1957, 1958, 1959)は、わが国の石灰岩由来の赤色土壌をテラロッサと表現した。

1960年以降、南西諸島の調査研究が活発になり、赤色の土壌の特性について多くの研究がなされるようになった。特に石灰岩母材の赤色の土壌に対しては、調査者によって多種の土壌の名称が使われた。例えば、山田ら(1973)は赤褐色土、沖縄県農業試験場(1979)の耕地土壌図では暗赤色土と呼んだ。前述の山田ら(1973)は、初めて、土壌特性と気候条件について論じた。特に土壌の温度と乾燥の度合いが土壌特性に影響しているとし、石灰岩母材の土壌に対してテラロッサ、テラロッサ様土の名称は用いるべきではないことを記している。また浜崎(1979)は南西諸島の土壌の生成条件として、吉良(1945, 1948, 1971)の温量指数を算出し、180°C線(屋久島)と240°C線の間を亜熱帯とし、この地域では数年に一度干ばつが発生することを指摘している。永塚(1984)は赤黄色土と、その類縁土壌について多くの名称が使用されているものを整理し、琉球石灰岩母材の暗赤色土とされているものは、カルシウム、マグネシウム土壌クラスに分類することを提案している。

これまでの多くの論文にみるように、赤色土、黄褐色森林土に関しては、その生成条件として、年平均気温、年降水量から導き出された気候示数がとり扱われてきた。しかし、南西諸島の赤色土に対して、ペドロジストの側から乾湿の季節変化をもつ気候条件について注意が払われたのは、本州とはちがう南西諸島の気候条件(数年に一度、夏、極めて乾燥する)が土壌特性に大きく関与しているためと考えられたことを意味する。成帯性土壌としての赤色土の分布が明確に

された今日、年間の総量としての乾湿、寒暖ばかりでなく、年変化、季節変化をもとらえ、特に乾燥の繰り返し、土壌中の水収支についても、今後十分に考察されねばならないであろう。

### Ⅲ. 石灰岩性赤色土壌の特性と気候環境

#### 1. ダルマチア地方の気候

ユーゴスラヴィア、ダルマチア地方の石灰岩地域は、アドリア海岸に平行したディナルアルプス山脈の走る主方向（NW～SE）に、中生代の白亜紀、ジュラ紀、三畳紀の石灰岩が分布する。イストリア半島とアドリア海岸のザダルより南では、石灰岩地域に接して、第三紀の浅海堆積物フリッシュがディナルアルプスの走向に平行して帯状に分布する（Yugoslav Society of Soil Science, 1967）。アドリア海岸部は裸出カルストの状態、植生も疎で、土壌も極めて薄い。しかし、イストリア半島では、1m以上の厚い赤色土が塊状に分布しているところもある。

アドリア海岸部は年降水量1,200mm以下で、とりわけザダルより南では900mm以下の地域がほとんどである。イストリア半島は880mm～1,200mmである（表1）。アドリア海岸は純

表1 ユーゴスラヴィア、ダルマチア地方の気候条件

	年降水量 (mm)	年平均気温 (°C)	水不足量 (mm)	湿潤示数	P/E示数
イストリア半島	880～1,200	13.0～14.0	8～200	20～60	32～127
アドリア海岸	800～1,200	14.0～16.5	130～300	20～60	16～127

（1941～1968年の平年値および、平年値によって算出した値）

地中海性気候で、ソーンズウェイト（Thorntwaite）のP/E示数（図2）は、127～32で、humid～sub-humidに属する。アドリア海岸の南の諸島ではP/E示数31～16のsemi-aridの地域も出現する。イストリア半島の大部分はP/E示数127～64でhumidに、スロベニア内陸部は128以上でperhumidに属する。ワルターほか（Walter *et al.*, 1975）のclimatic diagramにおいてもアドリア海岸の南部へいくほど、夏乾燥していることがわかる。ダルマチア地方の53地点について、1948～1960年の平年値を用い、Thorntwaite（1948）の水不足量（*d*）の算出結果を図1に示した。ダルマチア地方は毎年夏に*d*が出現し、平年値によって算出しても、年候で算出してもほぼ同量の水不足量が得られる。

#### 2. 地中海性赤色土の特性

##### (1) 調査、分析方法

ダルマチア地方の石灰岩地域の赤色土を対象として、斜面の傾斜12°以下、草木ないし灌木の疎林で、B<sub>2</sub>層が発達する断面を選び、土壌採取を行った。とりわけ、アドリア海岸部の裸出カルスト地域ではA層を欠く場合が多いが、できるだけA層も発達している断面に限った。

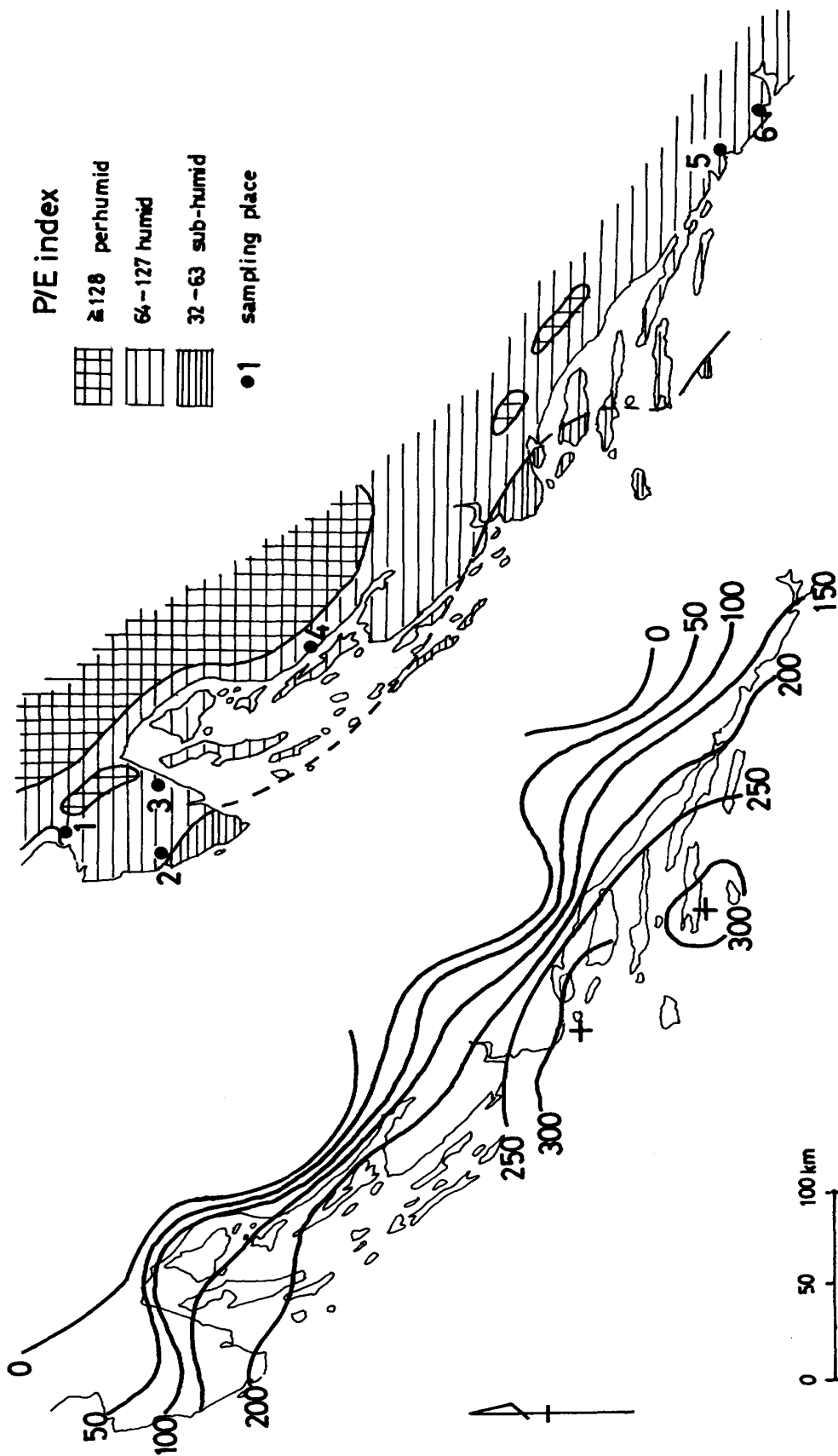


図1 ユーゴスラヴィア, ダルマチア地方における水不足量  $d$  の分布

図2 ユーゴスラヴィア, ダルマチア地方における P/E 示数の分布

- 1. Kozina 2. Lovreč 3. Mošćenčka Draga
- 4. Jablanac 5. Dubrovnik 6. Njivice

## 粒度組成

粒度分析はケーン (Köhn) のピペット法 (Cencelj, 1957) を用い、国際法によって分類を行った。

## 陽イオン交換容量 (C. E. C.)

陽イオン交換容量 (C. E. C.) (meq/100g) は置換性陽イオン (S) (meq/100g) と、置換性水素イオン (meq/100g) の和として算出した。

## 遊離鉄

0.1M 蔞酸、0.17M 蔞酸アンモニウムを用い、正確に pH3.3 に保ったタム溶液 (Tamm, 1934) を用い、原子吸光によって遊離鉄 (以下  $Fe_2O_3\%$  と表示) の分析を行った。マンガンについても同じ溶液で抽出し、 $MnO\%$  として表示した。

## 色調

試料を十分に風乾したのち、マンセル土色帳によって色調を決定した。

## X線回折

乾燥試料を 300 メッシュ以下に粉碎し、理学電機 4011B2 型 X線発生装置を用い、Fe ターゲット、Mn フィルターを用いて X線回折を行った。ヘマタイトは最大ピーク ( $2.69 \text{ \AA}$ ) と第 2 のピーク ( $1.63 \text{ \AA}$ ) を記録紙から読みとった。

表 2 ユーゴスラヴィア、ダルマチア地方における石灰岩性赤色土の土壤断面と分析結果

地点名	深さ cm	層位	pH ( $H_2O$ )	pH (KCl)	土性	C. E. C. (meq/ 100g)	$Fe_2O_3$ %	$MnO$ %	ヘマタイト ピーク 強 度	色調 (乾土)	
イ ス ト リ ア 半 島	Kozina	0—15	A <sub>1</sub>	7.58	6.62	LC	44.75	2.4	0.61		7.5 YR 3/2
		15—40	B <sub>1</sub>	7.58	6.48	LC	21.15	2.5	0.35		5 YR 3/6, 2.5 YR 3/6
		40—85	B <sub>2</sub>	7.69	6.48	LC	35.85	2.6	0.92	+	2.5 YR 3/4, 5 YR 3/4
	Lovreč	5—12	A	7.62	6.45	LC	33.50	3.3	0.76		5 YR 4/6
		12—35	B <sub>1</sub>	7.55	6.34	C	25.78	2.8	0.50		5 YR 4/6
		35—105	B <sub>2</sub>	7.32	6.18	C	32.48	3.2	0.40	+	2.5 YR 4/6, 5 YR 4/6
	Mošćenčka Draga	10—25	A	7.62	6.42	C	41.51	5.5	0.09		2.5 YR 3/6
		25—45	B <sub>1</sub>	7.58	6.10	C	28.76	7.2	0.08		2.5 YR 4/6, 10 R 4/6
		45—110	B <sub>2</sub>	6.74	5.70	C	33.33	7.2	0.08	##	2.5 YR 4/6, 10 R 4/6
ア ド リ ア 海 岸	Jablanac	6—17	A <sub>3</sub>	7.48	6.60	C	39.44	1.1	0.55		2.5 YR 3/6, 5 YR 3/6
		17—36	B <sub>1</sub>	7.58	6.60	C	39.56	1.0	0.58		2.5 YR 4/6, 3/6
		36—75	B <sub>2</sub>	7.62	6.58	C	41.03	1.1	0.42	+	2.5 YR 4/6, 3/6
	Dubrovnik	15—22	A	8.12	7.10	C	55.54	1.4	0.46		5 YR 3/4
		22—31	B <sub>1</sub>	7.85	7.07	C	46.73	2.5	0.35		2.5 YR 4/4, 3/6
		31—90	B <sub>2</sub>	7.52	6.92	C	40.62	2.6	0.45	+	2.5 YR 3/6, 10 R 3/6
	Njivice	0—11	A	7.42	6.58	LC	43.16	1.6	1.63		7.5 YR 4/4
		11—23	B <sub>1</sub>	7.65	6.60	LC	33.66	1.9	1.54		7.5 YR 4/4
		23—50	B <sub>2</sub>	7.90	6.93	C	40.88	0.6	0.65	+	5 YR 4/6

(LC: loamy clay, C: clay, 国際法による)

## (2) 土壌特性

表2には、イストリア半島とアドリア海岸の各3断面の分析値を示した。アドリア海岸における土壌断面のB層では粘土の含量が若干低く、C.E.C.は高い。イストリア半島は粘土含量が高く、C.E.C.は低めになっている。水簸試料のX線回折では、アドリア海岸の試料は絹雲母のピークが高く、両地域間の粘土鉱物に差があることがうかがわれる。

遊離鉄はNjiviceを除いて、断面中のB<sub>2</sub>層で最も大きな値を有する。アドリア海岸の試料は色相が赤色になるほど遊離鉄含量が高く、両者の間に5%水準で正の相関が得られる。イストリア半島の試料についても、同様に正の相関が得られる。ただし、同一の色相の場合、イストリア半島のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%はアドリア海岸のそれより高い値を示す。またB<sub>2</sub>層におけるMnO%は、一定量を超えて高い含量を有すときに、色相はRからYRに近づく。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%は有意水準は低いが、ソーンズウェイトの気候示数のうちP/E, Im, dと相関がある。

X線回折の結果、結晶化した鉄の明瞭なピークが読みとれるのはヘマタイトのみであり、ゲータイトのピークは極めて不鮮明で読みとることができない。ヘマタイトのピークの強度と、色相の間には有意の相関は得られないが、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%との間には相関が得られる。したがってFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%が高い場合、ヘマタイトの結晶度もよくなっているといえる。ヘマタイトの結晶化の度合とソーンズウェイトの示数との関係を見ると、P/E, Im, dとの間に有意水準が低い相関がある(漆原, 1976, 1978)。

これらのことから遊離鉄含量およびヘマタイトのピーク強度は、ダルマチア地方の現在の気候差と平行して変化していることがわかった。遊離鉄の保有ならびに鉄の結晶化に関しては、地中海性気候の夏乾燥した期間があり、必ずd(水不足量)が出現するという気候環境が有利に働いていると考えてよいであろう。

## 3. 南西諸島の気候

南西諸島は九州南端から台湾の北東端に至る800kmの間に点在する100以上の島を含む。屋久島の南、トカラ海峡には、熱帯系の動物相(東洋区)と、北方系(旧北区)の境界線である渡瀬線が引かれている。吉良(1945)の温量指数180°Cの線も、ほぼこの渡瀬線と一致する(政策科学研究所, 1974)。初島(1975)は、トカラ海峡を境にブナ科植物に大きな差があることを指摘し、トカラ海峡をはさんだ両地域で温度差が大きいことのほかに、鮮新世にはすでにこの海峡が存在したことも一因であると述べている。

黒潮(日本海流)は、台湾と先島群島の間を通過して、東シナ海側に入り、さらに奄美大島西方で枝分れして、本流はトカラ海峡を横切って太平洋へ出る。5~9月は、この黒潮は周りの水温より約6°C高い。このことから、トカラ海峡を境に気温が異なることは十分にうなづける。1941~1970年の平均値では、屋久島の年平均温度19.2°C、名瀬の年平均気温21.2°Cと、その差は大きい。南西諸島の気候を年候(1941~1970年)によって検討すると、ケッペンの気候型は、九州南部から南西諸島全域がCfaに属する。さらに、ソーンズウェイトの年候によって最多出現頻度の型を検討すると、蒸発散位の年量はトカラ海峡を境に異なる。以北で小さく、B<sub>3</sub>





で、以南で大きく、B<sub>4</sub>となり、確かにトカラ海峡は大きな境をなしているようである。さらに沖縄付近にも、もう一つの境があり、沖縄以南でB<sub>4</sub>からA'へと蒸発散位はさらに大きくなる。湿潤さの度合をIm（湿潤示数）で見ると、沖永良部島が大きな境をなし、それ以北で100以上(per-humid)、以南で100以下(humid)となっている(図3)。さらに水不足量(d)を1941~1970年の平年値によって算出すると、南西諸島全域d=0となりd(水不足量)は出現しな

表3 南西諸島における石灰岩性赤色土の土壌断面と分析結果

地点名	地形面	深さ cm	層位	pH	pH	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	ヘマタイト	ゲータイト	色調(乾土)	
				(H <sub>2</sub> O)	(KCl)	%	%	強	度		
喜 界 島	百之台 (210m)	百之台 I面	0-6	A <sub>1</sub>	5.46	4.65	0.26	0.020			7.5YR5/6»10YR5/6
			6-41	B <sub>1</sub>	5.49	4.67	0.24	0.001			5YR4/8»2.5YR4/8
			41-70	B <sub>2</sub>	5.79	5.12	0.15	0.007	+		7.5YR5/6>5YR5/6
	百之台 (140m)	百之台 II面	0-13	A <sub>1</sub>	6.70	6.18	0.36	0.028			10YR5/4, 4/4
			13-53	B <sub>1</sub>	5.62	5.16	0.20	0.001			5YR4/8»2.5YR4/8
			53-103	B <sub>2</sub>	5.54	4.41	0.17	0.002	+		5YR5/6
	滝 川 (100m)	長峰面	0-20	A <sub>1</sub>	6.85	6.83	1.10	0.035			10YR4/2
			20-44	A <sub>3</sub>	6.70	6.61	0.62	0.089			7.5YR4/4, 10YR4/4
			44-59	B <sub>1</sub>	6.64	6.38	0.49	0.024			7.5YR6/6, 10YR6/6
			59-100	B <sub>2</sub>	6.29	6.27	0.53	0.016	+	+~?	5YR5/6>7.5YR5/6
	長 嶺 (65m)	川峰面	0-10	A <sub>1</sub>	7.21	6.55	0.33	0.047			10YR3/2
			10-30	A <sub>3</sub>	7.02	6.22	0.30	0.020			7.5YR4/4, 10YR4/4
			30-45	B <sub>1</sub>	7.00	6.05	0.26	0.006			5YR5/6, 7.5YR5/6
			45-80	B <sub>2</sub>	7.00	6.05	0.28	0.008	+	+	5YR5/6>7.5YR5/6
	伊 実 久 (30m)	低位段 丘面	10-20	A <sub>3</sub>	7.24	6.38	0.51	0.038			10YR4/3
20-35			B <sub>1</sub>	6.29	6.20	0.60	0.029			7.5YR4/4	
35-55			B <sub>2</sub>	6.10	6.02	0.62	0.031	+~?	+	7.5YR4/4»10YR4/4	
沖 永 良 部 島	大山山頂* (230m)	大山I 面	0-13	A	4.78	4.12	0.38	0.002			5YR5/6, 7.5YR5/6
			13-38	B <sub>1</sub>	6.82	6.67	0.34	0.002			2.5YR5/8
			38-93	B <sub>2</sub>	4.22	3.82	0.20	tr.	++		10R4/8, 2.5YR4/8
	昇龍洞 (150m)	大山II 面	0-10	A	7.02	6.58	0.36	0.002			7.5YR4/6
			10-25	B <sub>1</sub>	6.94	6.58	0.38	0.003			5YR4/8
			25-85	B <sub>2</sub>	6.42	6.22	0.19	0.001	+		10R4/6, 2.5YR4/6
	玉 城 (90m)	新城面	5-34	A <sub>3</sub>	6.19	5.24	0.29	0.117			7.5YR4/4, 4/6
			34-74	B <sub>1</sub>	6.28	6.18	0.18	0.003			2.5YR5/8<5YR5/8
			74-125	B <sub>2</sub>	6.30	5.62	0.19	tr.	+		10R5/8, 2.4YR5/8
	芦清良 (55m)	下平川 面	0-18	AB	6.88	6.40	0.30	0.023			7.5YR4/6
			18-58	B <sub>1</sub>	6.92	6.50	0.20	0.013			5YR5/6»7.5YR5/6
			58-88	B <sub>2</sub>	6.38	5.98	0.25	0.003	+		5YR4/8»2.5YR4/8
喜美留 (30m)	喜美留 面	0-7	A <sub>1</sub>	6.91	6.82	0.15	0.032			10YR2.5/1	
		7-32	B <sub>1</sub>	6.88	6.52	0.18	0.003			5YR4/8»7.5YR4/8	
		32-65	B <sub>2</sub>	6.88	6.58	0.29	0.002	+		5YR4/8	

地点名		地形面	深さ cm	層位	PH (H <sub>2</sub> O)	PH (KCl)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	ヘマタイト ビーク 強度	ゲータイト ビーク 強度	色調 (乾土)
与 那 国 島	天蛇鼻 (80m)	中位面	0—7	A <sub>1</sub>	7.22	6.75	0.42	0.068			10 YR 4/3
			7—17	A <sub>3</sub>	6.82	6.20	0.35	0.062			7.5 YR 5/4, 4/4
			17—32	B <sub>1</sub>	6.64	5.70	0.28	0.020			5 YR 5/6
			32—72	B <sub>2</sub>	6.52	5.52	0.54	0.003	+		2.5 YR 4/6 ≫ 5 YR 4/6
	比川 (65m)	中位面 下部	20—33	A <sub>3</sub>	5.72	5.10	0.72	0.028			10 YR 5/4, 4/4
			33—46	B <sub>1</sub>	5.32	4.13	0.51	0.008			5 YR 5/6 > 2.5 YR 5/6
			46—76	B <sub>2</sub>	5.36	4.14	0.58	0.012	+		2.5 YR 5/8 < 5 YR 5/8
	トング田 (40m)	中位面 下部	5—11	A <sub>3</sub>	7.63	7.00	0.26	0.036			10 YR 4/4
			11—26	B <sub>1</sub>	6.52	5.72	0.36	0.013			7.5 YR 5/6
			26—56	B <sub>2</sub>	6.18	5.03	0.43	0.104	+	+ ~ ?	5 YR 5/6 ≫ 7.5 YR 5/6
	与那国飛行 場北東 (15m)	低位面	0—15	A <sub>3</sub>	6.94	6.27	0.26	0.043			10 YR 4/4, 7.5 YR 4/4
			15—30	B <sub>1</sub>	6.95	6.64	0.24	0.025			5 YR 4/6, 7.5 YR 4/6
30—50			B <sub>2</sub>	7.01	7.00	0.19	0.013	+ ~ ?	+ ~ ?	5 YR 4/8	

い。しかし、1941~1970年の年候により  $d$  を算出するならば、奄美大島以北において数年に一度  $d$  が出現し、沖永良部以南ではさらに高い頻度で出現する (漆原, 1979)。年候によって算出した  $d$  の年々の値の平均値 (図 4) をみると、やはり沖永良部島以南で 50 mm を超えている。沖永良部島以南で水不足の状態が生じる頻度も高く、水不足量も大きいことから、乾湿の度合では、むしろ沖永良部島付近が大きな境界をなしている (漆原, 1980)。

#### 4. 南西諸島の石灰岩性赤色土壌の特性

南西諸島に広く分布する主として石灰岩を母材としたと考えられる土壌について、色調と、それに関与する土壌特性を比較した。化学分析および、X線回折の方法は 2・(1) に前述した方法で行った。本稿では喜界島、沖永良部島、与那国島の土壌断面とその土壌特性について述べる。

##### 喜界島

面積約 56 km<sup>2</sup> で、最高地点 224 m の百之台が丘陵状をなし、島の中央を東海岸に沿って走る。第三紀末~第四紀更新世初期の島尻層の上を 60 m に及ぶ第四紀更新世後期の琉球石灰岩が覆う。島の北部では、この石灰岩の上をさらに国頭礫層が覆う。小西・須藤 (1972) は、旧期琉球石灰岩 (150~220 m)、新期琉球石灰岩 (40~70 m)、荒木石灰岩 (20~30 m)、隆起サンゴ礁 (5~10 m) に分け、造礁サンゴ化石の年令を <sup>230</sup>Th および <sup>231</sup>Pa 生長法によって求め、過去 12~13 万年の間に 1.5~2.0 mm/year の割合で島が隆起していることを明らかにした。太田ほか (1978) も完新世の段丘から 1.5 mm/year の隆起率を得ている。

断面を得た地点、段丘面、高度などは表 3 に示すとおりである。段丘面の名称は中川 (1969) に従って、百之台、長峰、川峰、低位面を用いたが、百之台は高度によって I、II 面に細分した。百之台 I 面は、Konishi *et al.* (1974) の 125,000 yr B. P. の化石サンゴによって構成される地形面に対比した。百之台 II 面は 100,000 yr B. P., 長峰面は 80,000 yr B. P., 川峰面は 55,000~

65,000 yr B. P., 低位面は35,000~45,000 yr B. P. (荒木石灰岩)の化石サンゴにより構成される地形面にそれぞれ対比されるものと考えた。

#### 沖永良部島

面積 93 km<sup>2</sup> で、島の基盤は古生層からなり、大山 (264 m) の山頂部などに露出する。古生層は厚さ 100 m に達する琉球石灰岩によって覆われている。さらに、この石灰岩は、国頭礫層によって覆われているが、この礫層の開析は著しく、小範囲の地域に残るにすぎない。断面を得た地点、段丘面、高度などは、表 3 に示すとおりである。段丘面は上位から大山 I、大山 II、新城、下平川、喜美留面の名称を用いた。大山 I 面のみ、琉球石灰岩に覆われておらず、古生層砂岩を母材とする赤色土を採取した。他の段丘面では琉球石灰岩を主として母材とすると考えられる赤色土を採取した。大山 I 面は木庭 (1980) の大山山頂面にはほぼ一致し、大山 II 面は中川 (1967) の下城面と、木庭の下城 I~III 面の一部に対比されるであろう。新城面は中川 (1967) の新城面と同一のものをさし、下平川面は町田 (1969) の下平川面と同一のものである。この下平川面は、中川 (1967) が瀬利覚面と呼び、太田・堀 (1980) が S 面 (最終間氷期) と規定したものに對比されるであろう。喜美留面は木庭 (1980) の瀬利覚 I~II 面の一部に相当するであろう。

Konishi *et al.* (1974) は、15 m 高度の瀬利覚層から 85,000~95,000 yr B. P. の値を得たが、これは喜美留面より低位の段丘を構成する化石サンゴの年代測定値であると考えられる。ここでは喜美留面 (30 m ±) を 100,000 yr B. P. (当時の推定海水準を -10 m とみなす) とした場合、隆起率は 0.40 mm/year である。この数値は、小西・須藤 (1972) が沖永良部島の隆起率を 0.44 mm/year とみなした値と大きな差はない。

#### 与那国島

最も台湾よりの島で、面積は 28 km<sup>2</sup>、最高峰は宇良部岳 (231 m) である。基盤は八重山夾炭層からなり、その上を標高約 80 m まで琉球石灰岩が覆う。しかし、その石灰岩はそれほど厚くはない。坂井ほか (1978) は、与那国島の琉球層群は見かけ上、上下関係をもつが、同時異相である可能性をもち、整合的累重関係をもつと報告している。

断面を得た地点、段丘面、高度などは表 3 に示す。土壌採取を行った段丘は、中位面 (80 m)、中位面下部 (60 m)、中位面下部 (40 m)、低位面 (20~15 m)、最低位面 (10~8 m) である。この中位面は、木庭 (1980) の中位面 (最終間氷期) と、太田・堀 (1980) の S 面に対比される。中位面下部 (40 m) は、木庭の中位段丘下位面 (40 m) に対比され、低位面は木庭の低位面に、最低位面は木庭の最低位面 (5 m) (更新世末期) に対比できるものと考えられる。

太田・堀 (1980) は 10 m 以下を H 面とみなした。しかし、8~10 m 面を構成する化石造礁サンゴの <sup>14</sup>C 年代測定の結果では、標高 8 m で >30,090 yr B. P. (Gak-7962)、標高 25 m の化石造礁サンゴにおいても >30,800 yr B. P. (Gak-7963) の値を示している。8~10 m 面では、十分に B 層が発達した土壌断面がみられることから、段丘面形成期は 30,000 yr B. P. ~40,000 yr B. P. 相当とみなしてよいであろう。この最低位面直上の低位面 (20~15 m) を 60,000 yr B.

P., 中位面下部 (40m) を 80,000yrB.P. に, 中位面下部 (60m) を 100,000yr B.P. とみなした。中位面では, B<sub>2</sub> 層の色相が, それより下位の段丘のものに比較してかなり赤いことから, 125,000yrB.P. 相当の段丘とみなした。中位面から低位面までは隆起率 0.60~0.70mm/year の範囲内にあり, 太田・堀 (1980) が求めた S 面の隆起率  $\leq 0.6$ mm/year と近似の値を示す。

上述の喜界島, 沖永良部島, 与那国島から得たそれぞれの段丘面上にのる主として琉球石灰岩を母材とすると思われる土壌の断面とその土壌特性を表 3 に示した。ただし, 沖永良部島の大山 I 面の土壌断面のみ, 前述のように古生層砂岩母材と考えられる土壌断面である。

三つの島において, 各島とも時代の古いほど B<sub>2</sub> 層の赤色の度が増すが, しかし, 必ずしも Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>% が赤色の度合とともに増大するとはいえない。また鉄の結晶形態からは古い段丘面の B<sub>2</sub> 層ではヘマタイトのピークが明瞭で高い。しかし, 若い段丘面の B<sub>2</sub> 層ではヘマタイトのピークは不鮮明になり, 逆にゲータイトのピークは鮮明になってくる。これは, 鉄の結晶がヘマタイト型になるのに好適な古気候があり, その後ゲータイト型になるような古気候があったと推定することも可能であり, また, 鉄の結晶型は時間とともに遊離鉄からゲータイト型をへてヘマタイト型に変化したのであるとみなすことも可能である。しかし, すでに日本全域の気候の変化が明らかにされつつある今日, 段丘面形成の時代を考慮すると, 主に古気候の変化に原因があるとするにそれほど矛盾はないであろう。

#### Ⅳ. ユーゴスラヴィアと南西諸島の石灰岩性赤色土の比較—結語にかえて

表 2 と表 3 で, ユーゴスラヴィア, ダルマチア地方の石灰岩性赤色土の 6 断面と南西諸島の石灰岩性赤色土の断面を示した。両地域の赤色土について, B<sub>2</sub> 層位の土壌特性を比較してみた。まず第 1 に, 南西諸島の pH はユーゴスラヴィアのそれより低い。そして, MnO% も 1/10~1/100 と, 極めて低い。このことは南西諸島はユーゴスラヴィアより湿潤な環境にあり, 溶脱作用がさかんであることを推定させる。地中海性気候下では, pH が南西諸島より高く, しかも乾燥している期間が長いため, 日本に比較して土壌断面中により多くのマンガンを保有し続けることが可能なのであろう。野外観察では南西諸島の B<sub>2</sub> 層位の土壌構造には粘土被膜がよくみられるが, ユーゴスラヴィアのそれでは観察できないことも上記の推定を証拠づけるものとする。

次に赤色に強く関係していると思われる遊離鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>%) の含量を両地域で比較すると, ユーゴスラヴィアの石灰岩性赤色土の B<sub>2</sub> 層では南西諸島のそれに比較して, 同一の色調でも約 10 倍高い。これは地中海性気候そのものが遊離鉄のまま長く土壌断面中に保有できるという条件を備えているといつてよいであろう。すなわち, 毎夏繰り返される乾燥季の存在がそれを可能にしていると思われる。また, ユーゴスラヴィアの石灰岩性赤色土は, 鉄の結晶形態がヘマタイトのみ優勢で, ゲータイトはみられない。わが国の石灰岩性赤色土では, より古い段丘面の土壌断面でヘマタイトが, より新しい段丘面の土壌断面でゲータイトが明瞭になる。鉄がヘマタイト型の結晶形態をとるには地中海性気候が有利に働いていると思われる。以上述べた土壌特性のちがいが

から、石灰岩を母材とした赤色土であるからということで、わが国のそれをテラロッサとみなすとする考えは改められなければならない。両地域の土壌はそれぞれの気候環境を反映したちがった土壌型である。

### 参 考 文 献

- Cencelj, J. (1957): Metode kemičnih analiz zemelj, Gnotil in krimil. Kmrtski inštitut slovenjl, 3, 98 pp.
- デュシヨフル, Ph., 永塚鎮男, 小野有五 (1986): 世界土壌生態図鑑 補遺付. 古今書院, 388 pp.
- 遠藤健治郎 (1966): わが国の山地暖帯林帯域に分布する土壌の分類と命名. ペドロジスト, 10, 2—10.
- Gregorič, V. (1967): Minerali glin v nekatevih talnih erotah Slovenskega primirja. Geologija, (10), 274—269.
- Gregorič, V. (1969): Nastanek tal na triadnih dolomitih. Geologija, (12), 201—230.
- 浜崎忠雄 (1979): 南西諸島の自然環境と土壌分布. ペドロジスト, 23 (1), 88—96.
- 初島住彦 (1975): 琉球植物誌. 沖縄生物研究会, 1002 pp.
- 岩佐 安 (1965): 仙台付近の古赤色土. ペドロジスト, 9, 2—11.
- 鴨下 寛・横井時次・兼松四郎 (1952): 沖縄県土性調査報告, 第2版. 農業改良局, 82 pp.
- Kamoshita, Y. (1955): Principal soil types (Great soil groups) in Japan. Soil and Plant Food, 1, 99—101.
- 鴨下 寛 (1957): 日本全国土壌型図 (1/80 万) 付土壌型図. 農技研報告, B (7), 213—216.
- Kamoshita, Y. (1958): Soils in Japan with general map of soil types in Japan (1 : 800,000). Natl. Inst. Agr. Science, Misc. Publ., B (5), 58 pp.
- Kamoshita, Y. (1959): Soils in Japan. Soil and Plant Food, 5, 84—94.
- 菅野一郎 (1949): 日本の土壌型と NS 係数・雨量係数との関係. 日本土壌肥科学雑誌, 20, 21—23.
- Kanno, I., Honjo, Y., Arimura, S. and Tokudome, S. (1963): Genesis and characteristics of a red-yellow soil derived from gabbro, Northern Kyushu. Soil Sci. and Plant Nute, (9), 227—237.
- 菅野一郎 (1964): 日本の赤色土の性状と生成・分類学的考察. ペドロジスト, 8, 33—37.
- 川島祿郎・永田正直・陶山淳一郎 (1943): 沖縄島におけるジャガール並にマーチ土壌とその母岩に就て. 日本土壌肥科学雑誌, 17 (19), 451—454.
- Khan, D.H. (1959a): Profile distribution of the sand minerals in some rendzina, red-brown soils, and terra rossas. Soil Sci., 88 (2), 67—76.
- Khan, D.H. (1959b): Studies on translocation of chemical constituents in some red-brown soils, and rendzinas, using zirconium as a weathering index. Soil Sci., 88 (4), 196—200.
- Khan, D.H. (1960): Clay mineral distribution in some rendzinas, red-brown soils, and terra rossas on limestones of different geological ages. Soil Sci., 90 (5), 312—319.
- 吉良竜夫 (1945): 農業地理学の基礎としての東亜の新気候区分. 京大農学部園芸学研究室, 1—23.
- 吉良竜夫 (1948): 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて. 寒地農業, 2 (2), 143—173.
- 吉良竜夫 (1971): 生態学から見た自然. 河出書房新社.
- 木庭元晴 (1980): 琉球層群と海岸段丘. 第四紀研究, 18, 189—208.
- 木立正嗣・大政正隆 (1963): 赤色土壌の研究Ⅲ, 本邦赤色土の生成に関する地質学的ならびに鉱物学的研究. 林野土壌調査報告, 14, 1—126.
- 近藤鳴雄 (1965): 西南日本の赤色土壌・黄色土壌の生成と分類学的位置についての考察. ペドロジスト, 9, 79—83.
- 小西健二・須藤 研 (1972): 琉球から台湾まで. 科学, 42, 221—230.
- Konishi, K. *et al.* (1974): Radiometric Coral Ages and Sea Level Records from the Late Quaternary Reef Complexes of the Ryukyu Islands. Proceedings of the Second Inter. Coral Reef Symposium,

- (2), 595—613.
- 黒鳥 忠・大政正隆 (1963): 赤色土壌の研究Ⅱ, 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.
- 黒鳥 忠 (1964): 日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的考察. ペドロジスト, 8, 37—39.
- 藍 夢九 (1930): 琉球の所謂アルカリ土壌について. 日本土壌肥科学雑誌, 4 (1), 47—53.
- Lang, R. (1920): *Vewitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde*. Schweizerbart'sche Verlag, Stuttgart.
- 馬 溶之・文 振旺 (1958): 以農業発展目的的土壌区劃の原則. 土壌学報, 6, 157—177.
- 松井 健・加藤芳朗 (1962): 日本の赤色土壌の生成時期・生成環境にかんする二, 三, の考案. 第四紀研究, 2, 161—179.
- 松井 健 (1963): 筑後平野周辺の赤色土の産状と生成時期. 資源研彙報, (60), 1—12.
- 松井 健 (1964): 日本の赤色土の「成帯性」に関する疑義と新土壌型「黄褐色森林土」の提案. ペドロジスト, 8, 42—48.
- 松井 健・加藤芳朗 (1965): 中国・四国地方およびその周辺における赤色土の産状と生成時期. 資源研彙報, (64), 31—48.
- 松野 正 (1964): 北海道における古赤色土の意義とその問題点. ペドロジスト, 8, 39—42.
- Meyer, A. (1926): *Chemie der Erde*. 2, 209—247.
- Mikhailovskaia, O. N. (1930): On the soils of Japan, Contribution to the knowledge of the soils of Japan. *Acad. Sci., U. S. S. R.*, 1, 9—30.
- 永塚鎮男 (1975): 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. 農技研報告, B (26), 133—257.
- 永塚鎮男 (1984): 赤黄色土および類縁土壌. ペドロジスト, 28 (2), 153—164.
- 中川久夫 (1967): 奄美群島, 徳之島, 沖永良部島, 与論島, 喜界島の地質 (1). 東北大学地質古生物研究邦文報告, 63, 1—39.
- 中川久夫 (1969): 奄美群島, 徳之島, 沖永良部島, 与論島, 喜界島の地質 (2). 東北大学地質古生物研究邦文報告, 68, 1—17.
- Nejgebauer, V., Ćirić, M. and Živković, M. (1961): *Komentar pedoloske karte Jugoslavije*. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Beograd, (8), 107 pp.
- 沖縄県農業試験場 (1979): 沖縄県耕地土壌図, 1/125,000.
- 大政正隆・黒鳥 忠・木立正嗣 (1957): 赤色土壌の研究Ⅰ, 新潟県に分布する赤色の森林土壌の分布, 形態的性質および生成について. 林野土壌調査報告, 8, 1—23.
- 太田陽子ほか (1978): 琉球列島喜界島の完新世海成段丘. 地理評, 51, 109—130.
- 太田陽子・堀 信行 (1980): 琉球列島の第四紀後期の地殻変動に関する一考察. 第四紀研究, 18, 221—240.
- Prescott, J. A. (1949): A climatic index for the leaching factor in soil formation. *Jour. Soil Sci.*, 1 (1), 9—19.
- 坂井 卓ほか (1978): 八重山群島与那国島の地質. 琉球列島の地質学研究, (3), 61—79.
- 佐々木清一・北川芳男・松野 正・近藤祐弘・佐久間敏雄 (1964): 北海道の古土壌. 第四紀研究, 3, 185—196.
- 政策科学研究所 (1974): 沖縄県土地利用基本計画 (Ⅱ). 829 pp.
- 関豊太郎 (1930 a): 日本の土壌図 1/500 万.
- 関豊太郎 (1930 b): 国際土壌学会に発表せる日本土壌帯図に就て. 日本土壌肥科学雑誌, 4, 68—77.
- 関豊太郎 (1934): 本邦西部及び南部の赤色土壌に就いて. 日本土壌肥科学雑誌, 8, 55—56.
- Škorić, A. (1962): Study of clay on some genetical soil type in Yugoslavia. *Soil Sci.*, 93 (2), 139—141.
- Stace, H. C. T. (1956): Chemical characteristics of terra rossas and rendzinas of south Australia. *Jour. Soil Sci.*, 7 (2), 280—293.
- Sušin, J. (1964): *Doprinos k poznavanju terre rosse v Slovenskem primorju*. Doktorska disertacija,

Biotehniska fakulteta, Univerza v Ljubljani, 106 pp.

- Sušin, J. (1968): Terra rossa v Slovenskem primorju. Zbornik biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, 15 (A), 61—90.
- Swanson, C. L. W. (1946): Reconnaissance soil survey of Japan. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 11, 493—507.
- Swanson, C. L. W. (1947): Reconnaissance soil survey work in Japan. Science, 106, 256—258.
- Tamm, O. (1934): Über die Oxalatmethode in der chemischen Boden-analyse. Medd. fr. Statens Skogs-försöksanstalt, 27, 1—20.
- Thornthwaite, C. W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. Geog. Rev., 38 (1), 55—94.
- Urushibara, K. (1976): The mediterranean red soils in the three regions of the Yugoslavian Karst. Geografski Vesnik, Yugoslavia, 48, 123—135.
- 漆原和子 (1978): ユーゴスラヴィアにおける地中海性赤色土の地域性. 地理評, 51, 301—317.
- 漆原和子 (1979): 南西諸島とその周辺における平年値による気候型の分布. 気候学・気象学研究報告, (4), 86—90.
- 漆原和子 (1980): 年候からみた南西諸島とその周辺地域の気候の地域特性について. 東北地理, 32, 110—119.
- Walter, H., Harnickell, E. and Mueller-Dombois, D. (1975): Climate-diagram maps. Springer-Verl., Berlin, 36 pp. + 9 maps.
- 山田 裕・木村 悟・松坂泰明・加藤好武 (1973): 石垣島, 宮古島および与那国島の農耕地の土壌調査と分類. 農技研報告, B (24), 265—365.
- Yugoslav Society of Soil Science (1967): Excursion guide—3rd congress Zadar 1967. Yugoslav Academy, Zagreb, 195 pp.



# CLIMATIC CONDITIONS FOR THE SOIL FORMATION OF RED SOILS ORIGINATED FROM LIMESTONE

**Kazuko URUSHIBARA**

## **Abstract**

The climatic conditions and the properties of red soils originated from limestone in the Nansei Shoto, Japan, are compared with those in the Dalmatia region of Yugoslavia.

The values of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  %, the peak intensity of hematite and goethite are different in both areas. The amount of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  % in Mediterranean red soils is about 10 times greater than that of Nansei Shoto. The peak intensities of hematite obtained from Mediterranean red soils are higher than those of Nansei Shoto. This suggests that the irons of Mediterranean red soils are composed of not only crystalline types but also of amorphous type. This phenomena means that the present climatic conditions play an important role in the rubefaction of soil. One of the reasons why the higher amounts of free iron oxides are obtained from the soils in the Dalmatia region of Yugoslavia, is attributable to the Mediterranean climate, which has dry season in summer every year. Such climatic condition might be effective to keep amorphous iron and hematite. On the other hand, the present climatic conditions in the Nansei Shoto, in where occurrence of stronger water deficiency in summer is less frequent than in the Mediterranean region, may not be so suitable as those in Yugoslavia for the transition from goethite to hematite and for the formation of hematite.

The amount of  $\text{MnO}$  % in Yugoslavia is about 10 to 100 times greater than that of Nansei Shoto. The value of pH is also higher in the Mediterranean red soils than that of Nansei Shoto. From these facts, it can be concluded that the free manganese oxides might be well kept in the soil profiles as manganese oxides under the conditions of high pH and rather dry climate in Yugoslavia.