

沖縄地域における赤色土、黄色土、赤黄色土、 表層グライ系赤・黄色土および暗赤色土の 遊離酸化鉄の形態

西田 豊 昭⁽¹⁾・小島 俊 郎⁽²⁾

Toyoaki NISHIDA and Toshiro KOJIMA: On the Forms of
Free Iron Oxide in the Red, Yellow, Red-Yellow, Surface
Gleyed Red and Yellow, and Dark Red Soils in Okinawa

要 旨: 亜熱帯地域に属する南西諸島には、日本本土とは異なる土壌が出現しているが、それらの特性を明らかにすることは、土壌の生成分類や土地利用の立場からも、きわめて大切であろう。このような観点から筆者らは、沖縄地域の主要な土壌の遊離鉄の形態について検討をおこない、各土壌の特徴を明らかにするとともに、生成分類上の裏付けとなる資料を得ることができた。得られた結果の概要は次のとおりである。

- 1) TAMM 法可溶鉄の含有率は、赤色土、表層グライ系赤・黄色土および暗赤色土は同一レベルにあり、それらに比較して黄色土は、含有率の上限が高く、分布範囲が広い。
- 2) MEHRA-JACKSON 法可溶鉄と全鉄の含有率は、赤色土≒暗赤色土>黄色土≒表層グライ系赤・黄色土 (B層)>表層グライ系赤・黄色土 (Ag層) の傾向が認められ、これらの中で表層グライ系赤・黄色土の Ag 層はとくに低い。
- 3) 遊離鉄の活性度は、赤色土、暗赤色土および表層グライ系赤・黄色土の B 層ではきわめて小さいものが多いが、黄色土ではやや大きな値のものが多く、表層グライ系赤・黄色土の Ag 層ではいちじるしく大きい。
- 4) 遊離鉄の結晶化指数は、赤色土、暗赤色土および表層グライ系赤・黄色土の B 層では全般に大きい、黄色土ではやや小さく、表層グライ系赤・黄色土の Ag 層ではいちじるしく小さい。
- 5) 各土壌の遊離鉄の活性度と結晶化指数の分布領域について、さきに報告されている本土の対応する土壌との比較検討をおこなった。

1. は じ め に

土壌中の遊離鉄の結晶化の程度および層断面における分布状態などは、各種土壌の生成過程やその進行の程度などを明らかにして、各土壌を相互に区分するための有力な指標として重要視されている。

遊離鉄の結晶化の相対的な尺度には、非晶質の鉄と結晶質の鉄の量的な比が重視されているが、それをあらわす方法として、主として非晶質の鉄を溶解している酸性シュウ酸塩可溶鉄と、非晶質の鉄と大部分の結晶質の鉄を溶解している citrate-dithionite 可溶鉄との比が用いられており、これまでに、それぞれ抽出方法に多少の相違はあるが、遊離鉄の活性度 (activity grade)²³⁾、活性比 (activity ratio)¹⁾ および活性鉄比 (activity iron ratio)⁶⁾ などが提案されている。そのほか、全鉄を考慮して citrate-dithionite 可溶鉄と酸性シュウ酸塩可溶鉄との差、すなわち、結晶質遊離鉄と全鉄との比が結晶化指数 (crystallinity ratio) として提案されている¹⁷⁾¹⁸⁾。

河田および西田⁶⁾は、わが国の森林土壌の遊離の鉄およびアルミニウムについて、その含有率および活性度について検討し、褐色森林土、黒色土、ポドゾル、赤色土、黄色土および暗赤色土の各土壌は、それ

ぞれ明りょうな特徴を有し相互に区分し得ることを明らかにしている。山家および黒鳥は、四国西南部²⁷⁾の各種森林土壌の遊離鉄の形態的特徴を論じている。また永塚^{16)~18)}は、西南日本の自然土壌の遊離酸化物の形態について検討し、褐色森林土、黄褐色森林土および赤色土の遊離鉄の活性度および結晶化指数の分布領域の相違について論じている。

森林土壌と土壌の分類基準は異なるが、沖縄の農耕地土壌の遊離酸化物について松坂ら¹⁴⁾の沖縄本島と久米島における報告、ならびに山田ら²⁶⁾の石垣島、宮古島および与那国島における報告がみられる。

この報告では、沖縄の森林土壌の中で主要な地位を占める赤色土、黄色土、赤黄色土、表層グライ系赤・黄色土および暗赤色土の遊離鉄の形態を検討し、今までに報告されている本土の対応する各土壌との対比を試みたので、それらの結果について報告する。

なお、供試土壌は黒鳥および著者らの一人小島によって採取されたものである。

2. 分 析 方 法

TAMM 法²⁵⁾可溶鉄（酸性シュウ酸塩可溶鉄）と MEHRA-JACKSON 法¹⁵⁾可溶鉄（citrate-dithionite 可溶鉄）は、河田および西田⁵⁾に準じておこなった。全鉄は、風乾細土を常法どおり炭酸ナトリウム熔融後、Tiron 法¹⁹⁾で比色定量した。

遊離鉄の活性度は、酸性シュウ酸塩可溶鉄と citrate-dithionite 可溶鉄との比で表わし、結晶化指数は citrate-dithionite 可溶鉄と酸性シュウ酸塩可溶鉄との差と全鉄との比で表わした。

3. 供 試 土 壌

供試土壌の立地条件は Table 1 に、化学的性質は Table 2 に示すとおりである。

Table 1. 試料採取個所の立地条件
Site conditions of sampling plot

採取地 Location	断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	堆積様式 Mode of formation	母材 Parent material	標高 Altitude (m)	方位 Direction	傾斜 Inclination	地形 Topography	植生 Vegetation
赤色土 Red soil									
本島, 為又 Biimata	44-12	R _B	残積土 Residual soil	Diluvium	80	S 50W	15°	Gentle slope of hill top	Evergreen broad leaved forest
本島, 伊部 Ibu	42-34	R _B	同上 Ibid.	Ibid.	100	N 60W	20°	Ibid.	Ibid.
本島, 杣山 Somo-yama	44-1	R _C	同上 Ibid.	Ibid.	280	S 40W	3°	Flat part of hill top	Sasa and bush
本島, 座波 Zaha	42-85	R _D	同上 Ibid.	Limestone and Diluvium	40	S 20W	3°	Flat part of upland	Pine (<i>Pinus lutchuensis</i>) forest
黄色土 Yellow soil									
本島, 名護 Nagodake	44-10	Y _A	残積土 Residual soil	Clayslate and Crystalline schist	345	S 60W	20°	Gentle slope of mountain top	Evergreen broad leaved forest

採取地 Location	断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	堆積様式 Mode of formation	母材 Parent material	標高 Altitude (m)	方位 Direction	傾斜 Inclination	地形 Topography	植生 Vegetation
本島，与那 Yona	43-38	Y _B	同上 Ibid.	Ibid.	250	S 50W	25°	Middle part of mountain slope	Ibid.
本島，与那 覇岳 Yonaha-dake	42-27	Y _C	同上 Ibid.	Clayslate	455	N 30W	15°	Gentle slope of mountain top	Ibid.
西表島，テ ドウ山 Tedou-yama	43-18	Y _C	同上 Ibid.	Sandstone	320	E	2°	Ibid.	Ibid.
本島，伊武 部 Inbe	42-36	Y _C -Im	同上 Ibid.	Quartz Porphyry	30	N	10°	Gentle slope of hill	Pine (<i>Pinus lutchuensis</i>) forest
本島，牛首 山 Ushikubi-yama	42-37	Y _D (d)	歩行土 Creep soil	Clayslate and Crystalline schist	320	N 35 E	35°	Middle part of mountain slope	Evergreen broad leaved forest
西表島，浦 内川 Urauchi-gawa	43-16	Y _D	崩積土 Colluvial soil	Sandstone	180	N 75 W	33°	Lower part of mountain slope	Ibid.
赤黄色土 Red-Yellow soil									
本島，安田 Ada	43-43	Y _{RA}	残積土 Residual soil	Diluvium	120	S 60W	5°	Flat part of hill top	Evergreen broad leaved forest
本島，南明 治山 Minami meijiyama	43-4	Y _{RD}	崩積土 Colluvial soil	Ibid.	80	N 20 W	23°	Old colluvium of hill slope	Mokumao (<i>Casuarina equisetifolia</i>) forest
表層グライ系赤・黄色土 Surface gleyed red and yellow soil									
本島，天仁 屋 Teniya	42-26	gRY _I	残積土 Residual soil	Diluvium	160	N 45 W	2°	Flat part of hill top	Bush
本島，南明 治山 Minami meijiyama	42-14'	gRY _b I	同上 Ibid.	Ibid.	150	W	8°	Gentle slope of hill	Evergreen broad leaved forest
暗赤色土 Dark red soil									
宮古島，野 原岳 Nohara-dake	43-32	DR _D (d)	残積土 Residual soil	Limestone	90	S 50 W	10°	Gentle slope of hill top	Evergreen broad leaved forest
本島，諸志 Shoshi	43-7	DR _D (d)	同上 Ibid.	Ibid.	30	N 70 W	2°	Ibid.	Ibid.
本島，古島 Huru-shima	43-6	DR _D (d)	歩行土 Creep soil	Limestone and Clayslate	90	N 20 E	13°	Lower part of gentle hill slope	Pine (<i>Pinus lutchuensis</i>) forest
石垣島，久 宇良 Kuura	42-64	DR _D (d)	残積土 Residual soil	Andesite	75	S 70 E	5°	Gentle slope of hill top	Ibid.

注：土壌分類は林野土壌の分類（1975）によった。
 Remark: Type of soil is based on the forest classification in Japan (1975).

Table 2. 土壤の化学的性質

Chemical properties of soil

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Horizon	層 厚 Thick- ness (cm)	C (%)	N (%)	C/N	C.E.C. (m. e./100 g soil)	Exch.		飽 和 度 Rate of saturation (%)		pH (H ₂ O)
								CaO	MgO	CaO	MgO	
赤色土 Red soil												
44-12	R _B	B ₁	7	2.29	0.10	23	11.5	0.90	1.27	7.8	11.0	4.42
		B ₂	21	1.01	0.06	17	11.8	0.48	0.66	4.1	5.6	4.80
		B ₃	32	0.68	0.05	14	10.4	0.31	0.43	3.0	4.1	4.97
42-34	R _B	(A)-B ₁	15	1.28	0.08	16	4.34	0.56	0.26	12.9	6.0	4.56
		B ₂	15	0.72	0.07	10	5.10	0.72	0.08	14.1	1.6	4.45
		B ₃	40+	0.35	0.05	7	5.69	0.55	0.20	9.7	3.5	4.56
44-1	R _C	A	9	5.91	0.33	18	29.6	4.12	3.92	13.9	13.2	5.25
		A-B	13	2.47	0.14	18	18.5	1.14	2.06	6.2	11.1	5.00
		B ₁	20	0.73	0.03	24	15.8	0.67	1.67	4.2	10.6	4.90
		B ₂	30+	0.39	0.01	39	12.4	0.39	1.20	3.1	9.7	4.80
42-85	R _D	A	9	4.21	0.30	14	20.5	7.49	4.06	36.5	19.8	5.28
		B ₁ 上	8	0.75	0.11	7	12.3	0.59	1.87	4.8	15.2	4.68
		B ₁ 下	23	0.77	0.13	6	12.3	0.46	1.43	3.7	11.6	4.66
		B ₂	30+	0.61	0.08	8	10.9	0.31	1.68	2.8	15.4	4.72
黄色土 Yellow soil												
44-10	Y _A	A	3	6.84	0.32	21	20.6	0.50	0.61	2.4	3.0	4.30
		A-B	13	1.31	0.09	15	9.85	0.28	0.53	2.8	5.4	4.48
		B-C	40+	0.34	0.05	7	8.39	0.20	0.49	2.4	5.8	4.78
43-38	Y _B	H-A	5	23.2	0.87	27	57.3	15.0	6.12	26.4	10.7	4.41
		A	7	3.04	0.14	22	16.9	0.84	0.37	5.0	2.2	4.37
		B ₁	9	0.94	0.05	19	15.0	0.50	0.21	3.3	1.4	4.57
		B ₂	32	0.61	0.03	20	14.8	0.40	0.19	2.7	1.3	4.60
42-27	Y _C	A-B	10	4.64	0.37	13	16.1	2.99	0.44	18.6	2.7	4.74
		B	20	1.72	0.19	9	9.01	1.00	0.18	11.1	2.0	4.79
		C	20+	0.88	0.12	8	4.79	0.77	0.10	16.1	2.1	4.91
43-18	Y _C	A	10	5.81	0.31	19	19.1	0.73	1.32	3.8	6.9	4.51
		B ₁	10	1.75	0.11	16	12.4	0.47	0.58	3.8	4.7	4.81
		B ₂	35	0.68	0.06	11	12.4	0.42	0.48	3.4	3.9	4.84
42-36	Y _C -Im	A-(B)	10	2.41	0.12	20	11.2	1.30	2.22	11.6	19.8	4.37
		B	40	0.59	0.04	15	12.2	1.80	2.80	14.8	23.0	4.95
		B-C ₁	18	0.46	0.03	15	19.1	1.75	2.38	9.2	12.5	5.10
		C ₂	30+	0.14	0.01	14	9.17	1.10	0.53	12.0	5.8	5.20
42-37	Y _D (d)	A	3	5.71	0.39	15	15.2	0.71	0.37	4.7	2.4	4.13
		A-(B)	9	2.99	0.25	12	9.81	0.50	0.32	5.1	3.3	4.70
		B	13	0.76	0.13	6	5.37	0.40	0.41	7.4	7.6	4.90
43-16	Y _D	A	15	3.13	0.19	16	8.94	1.43	0.76	16.0	8.5	4.98
		A-B	13	1.04	0.08	13	5.85	0.52	0.12	8.9	2.1	5.10
		B	22	0.59	0.04	15	4.10	0.43	0.18	10.5	4.4	5.24
		B-C	30+	0.52	0.04	13	3.98	0.46	0.21	11.6	5.3	5.00
赤黄色土 Red-Yellow soil												
43-43	Y-R _A	B	12	1.10	0.09	12	6.26	0.79	0.06	12.6	1.0	4.70
		B ₁ '	18	0.49	0.06	8	6.07	0.47	0.17	7.7	2.8	4.72
		B ₂ '	25+	0.25	0.03	8	5.14	0.54	0.16	10.5	3.1	4.98

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	層 厚 Thick- ness (cm)	C (%)	N (%)	C/N	C.E.C. (m. e./100 g soil)	Exch.		飽 和 度 Rate of saturation (%)		pH (H ₂ O)
								CaO	MgO	CaO	MgO	
43-4	Y-R _D	A	15	1.79	0.11	16	7.19	0.47	0.19	6.5	2.6	5.00
		B ₁	7	0.50	0.04	13	6.24	0.61	0.16	9.8	2.6	5.08
		B ₂	13	0.42	0.03	14	10.2	0.87	0.09	8.5	0.9	4.92
		B-C	50+	0.21	0.02	11	13.3	0.58	0.16	4.4	1.2	4.92
表層グライ系赤・黄色土 Surface gleyed red and yellow soil												
42-26	gRY _I	Ag	6	3.92	0.13	30	11.4	1.35	0.70	11.8	6.1	4.43
		B _{1g}	14	0.61	0.06	10	6.14	1.09	0.34	17.8	5.5	4.72
		B ₂	12	0.53	0.05	11	5.36	0.67	0.43	12.5	8.0	4.64
		B ₃	20+	0.21	0.03	7	6.05	0.63	0.13	10.4	2.1	4.72
42-14'	gRYb _I	Ag	16	1.39	0.06	23	4.49	0.62	0.21	13.8	4.7	4.01
		B ₁	9	0.52	0.05	10	7.75	0.92	0.33	11.9	4.3	4.38
		B ₂	30	0.64	0.06	11	8.29	0.90	0.29	10.9	3.5	4.52
		B ₃	20+	0.47	0.05	9	10.4	0.64	0.49	6.2	4.7	4.70
暗赤色土 Dark red soil												
43-32	eDR _D (d)	A ₁	5	13.2	1.20	11	73.8	68.9	12.6	94.6	17.1	7.15
		A ₂	15	5.30	0.57	9	49.8	40.0	5.68	80.3	11.4	6.90
		B	30+	1.76	0.22	8	29.2	20.9	3.31	71.6	11.3	7.05
43-7	eDR _D (d)	A ₁	5	10.0	0.90	11	51.4	45.3	9.54	88.1	18.6	6.50
		A ₂	18	4.61	0.45	10	32.9	24.7	4.55	75.1	13.8	6.52
		B	25+	1.61	0.18	9	28.3	20.4	3.82	72.1	13.5	6.45
43-6	dDR _D (d)	A	4	3.89	0.30	13	33.1	9.58	5.07	28.9	15.3	6.22
		B ₁	13	1.39	0.10	14	27.8	3.24	4.32	11.7	15.5	5.70
		B ₂ 上	20	1.06	0.10	11	25.2	3.50	4.33	13.9	17.2	5.62
		B ₂ 下	13	1.04	0.10	10	24.4	3.35	3.94	13.7	16.1	5.70
		B ₃	30+	0.77	0.06	13	23.6	3.14	3.14	13.3	13.3	5.60
42-64	dDR _D (d)	A	10	2.99	0.23	13	14.9	5.13	4.21	34.4	28.3	5.85
		B ₁	15	1.18	0.12	10	13.3	1.29	2.72	9.7	20.5	5.17
		B ₂	25	0.88	0.09	10	11.6	1.22	2.97	10.5	25.6	5.17
		B ₃	20+	0.72	0.09	8	13.2	1.15	3.94	8.7	29.8	5.20

4. 結 果 と 考 察

供試土壌の Tamm 法可溶鉄、Mehra-Jackson 法可溶鉄および全鉄の含有率と、これから求めた遊離鉄の活性度と結晶化指数は Table 3 に示すとおりである。今回供試した赤黄色土は、赤色土を黄色土が二次的に被覆した型の土壌と考えられる。そこで今回は、表層の黄色土層は黄色土に (Table 3 の中で * 印を付す)、下層の赤色土層は赤色土に含めて扱うことにした。

Table 3. 供試土壌の全鉄と遊離酸化鉄

Total and free iron oxides in analysed soils

(Per cent on dry basis)

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	土 色 Soil color	TAMM 法 可 溶 鉄 TAMM's acid- ic oxalate soluble Fe ₂ O ₃ (A)	MEHRA-JACK- SON 法可溶鉄 MEHRA-JACK- SON's citrate- dithionite soluble Fe ₂ O ₃ (B)	全 鉄 Total Fe ₂ O ₃ (C)	活 性 度 Activity grade (A) (B)	結晶化指数 Crystallini- nity ratio (B)-(A) (C)
赤色土 Red soil								
44-12	R _B	B ₁	5YR5/8	0.25	3.74	5.78	0.07	0.60
		B ₂	2.5YR4.5/8	0.16	7.36	10.9	0.02	0.66
		B ₃	2.5YR4.5/8	0.10	8.62	11.2	0.01	0.76
42-34	R _B	(A)-B ₁	10YR6/6	0.23	2.21	2.89	0.10	0.69
		B ₂	5YR5.5/8	0.10	4.40	5.11	0.02	0.84
		B ₃	2.5YR4/8	0.10	8.49	10.1	0.01	0.83
44-1	R _C	A	7.5YR4.5/6	0.45	7.04	11.3	0.06	0.58
		A-B	7.5YR5/8	0.33	9.03	13.2	0.04	0.66
		B ₁	5YR5.5/8	0.16	12.6	18.4	0.01	0.68
		B ₂	2.5YR5/8	0.20	13.2	17.9	0.02	0.73
42-85	R _D	A	10YR3/4	0.12	9.71	11.8	0.01	0.81
		B ₁ 上	7.5YR4/6	0.11	10.7	13.3	0.01	0.80
		B ₁ 下	7.5YR5/6	0.10	11.0	13.2	0.01	0.83
		B ₂	7.5YR5/6	0.13	10.8	13.1	0.01	0.81
黄色土 Yellow soil								
44-10	Y _A	A	10YR5/4	0.47	2.73	5.01	0.17	0.45
		A-B	10YR6/6	0.19	3.34	5.27	0.06	0.60
		B-C	7.5YR5/6.5	0.08	5.44	8.15	0.01	0.66
43-38	Y _B	H-A	10YR4/4	0.40	1.22	1.85	0.33	0.44
		A	10YR6/8	0.35	2.37	3.30	0.15	0.61
		B ₁	10YR6/8	0.27	3.78	5.81	0.07	0.60
		B ₂	7.5YR6/8	0.20	3.68	6.75	0.05	0.52
42-27	Y _C	A-B	10YR4/4	0.51	4.35	6.70	0.12	0.57
		B	7.5YR6/8	0.64	4.69	7.89	0.14	0.51
		C	7.5YR6/8	0.40	5.01	8.25	0.08	0.56
43-18	Y _C	A	10YR4/4	0.35	2.31	3.74	0.15	0.52
		B ₁	10YR5/6	0.32	2.89	4.64	0.11	0.55
		B ₂	10YR5/8	0.22	3.04	4.93	0.07	0.57
42-36	Y _C -Im	A-(B)	10YR4/4	0.26	1.07	1.08	0.24	0.75
		B	10YR6/6	0.09	1.45	2.42	0.06	0.56
		B-C ₁	10YR7/6	0.07	0.96	1.67	0.07	0.53
		C ₂	10YR8/3	0.02	0.41	1.83	0.05	0.21
42-37	Y _D (d)	A	10YR4/4	0.76	3.58	3.66	0.21	0.77
		A-(B)	10YR5/6	0.83	4.11	4.47	0.20	0.73
		B	7.5YR6.5/8	0.56	4.47	5.11	0.13	0.77
43-16	Y _D	A	10YR3/3	0.15	0.54	0.70	0.28	0.56
		A-B	10YR5/4	0.19	0.68	0.80	0.28	0.61
		B	10YR6/7	0.18	0.80	1.07	0.23	0.58
		B-C	10YR7/7	0.18	0.96	1.35	0.19	0.58

断面番号 Profile No.	土壌型 Type of soil	層 位 Horizon	土 色 Soil color	TAMM 法 可 溶 鉄 TAMM's acid- ic oxalate soluble Fe ₂ O ₃ (A)	MEHRA-JACK- SON 法可溶鉄 MEHRA-JACK- SON's citrate- dithionite soluble Fe ₂ O ₃ (B)	全 鉄 Total Fe ₂ O ₃ (C)	活 性 度 Activity grade (A) (B)	結晶化指数 Crystallini- nity ratio (B)-(A) (C)
赤黄色土 Red-Yellow soil								
43-43	Y-RA	B* B ₁ ' B ₂ '	10YR 6/8 7.5YR 5/8 2.5YR 4.5/8	0.30 0.06 0.06	1.95 5.12 10.5	2.20 6.27 11.8	0.15 0.01 0.01	0.75 0.81 0.88
43-4	Y-RD	A* B ₁ * B ₂ B-C	10YR 4.5/4 10YR 6/6 7.5YR 8/6 5YR 6/8	0.34 0.07 0.05 0.06	1.09 2.05 3.07 4.45	2.16 3.01 4.07 5.47	0.31 0.03 0.02 0.01	0.35 0.66 0.74 0.80
表層グライ系赤・黄色土 Surface gleyed red and yellow soil								
42-26	gRY I	Ag B _{1g} B ₂ B ₃	10YR 4.5/2 2.5YR 7/4 10YR 7/6 10YR 6/8	0.33 0.15 0.08 0.06	0.43 1.88 3.39 5.38	0.77 2.44 4.22 5.47	0.77 0.08 0.02 0.01	0.13 0.71 0.78 0.97
42-14'	gRYb I	Ag B ₁ B ₂ B ₃	10YR 5.5/2 10YR 6/8 10YR 6/8 7.5YR 5/8	0.11 0.14 0.11 0.08	0.21 2.59 3.64 4.91	0.31 2.97 4.19 5.49	0.52 0.05 0.03 0.02	0.32 0.82 0.84 0.88
暗赤色土 Dark red soil								
43-32	eDRD(d)	A ₁ A ₂ B	5YR 2/1.5 5YR 2/1.5 5YR 3.5/6	0.36 0.49 0.18	6.13 7.95 9.02	8.37 9.87 12.4	0.06 0.06 0.02	0.69 0.76 0.71
43-7	eDRD(d)	A ₁ A ₂ B	7.5YR 3/3 10YR 4/4 5YR 4/6	0.23 0.20 0.14	6.02 6.98 8.11	7.18 8.47 10.7	0.04 0.03 0.02	0.81 0.80 0.74
43-6	dDRD(d)	A B ₁ B _{2上} B _{2下} B-C	5YR 4/3.5 5YR 4/8 5YR 4/8 5YR 5/8 2.5YR 4/8	0.44 0.51 0.54 0.46 0.43	11.4 12.6 12.6 13.2 12.2	17.9 18.9 20.1 20.2 16.9	0.04 0.04 0.04 0.03 0.04	0.61 0.64 0.60 0.63 0.70
42-64	dDRD(d)	A B ₁ B ₂ B ₃	5YR 4/2 5YR 4/6 5YR 4/8 5YR 4/8	0.51 0.20 0.14 0.11	4.26 6.02 6.67 7.36	5.57 8.08 8.58 9.64	0.12 0.03 0.02 0.01	0.67 0.72 0.76 0.75

注：Red-Yellow soil の*は黄色土層，他は赤色土層。

Remark: In Red-Yellow soil, * denotes the yellow colored horizon and the rest is the red colored horizon.

4-1 Tamm 法可溶鉄, MEHRA-JACKSON 法可溶鉄および全鉄の含有率

Tamm 法可溶鉄 (以下 Fe-T と略記) の含有率は、いずれの土壤も少なく 1% 以下で、大部分が 0.5% 以下である。また同一断面における各層位間の変化は、崩積土および歩行土の場合は一定の傾向を見出難かったが、残積土の場合は下層ほど減少を示している。

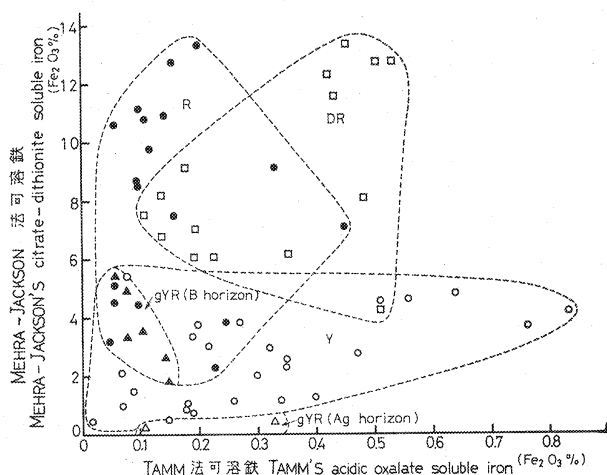


Fig. 1 供試土壤の Tamm 法可溶鉄と MEHRA-JACKSON 法可溶鉄との関係

Relationship between Tamm's acidic oxalate and MEHRA-JACKSON's citrate-dithionite soluble iron of analysed soils

(●.....Red soil, ○.....Yellow soil, △.....Surface gley red-yellow soil (Ag horizon), ▲.....Ibid. (B horizon), □.....Dark red soil)

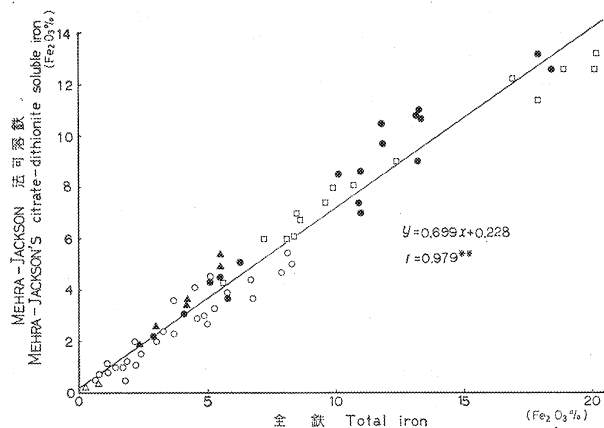


Fig. 2 供試土壤の MEHRA-JACKSON 法可溶鉄と全鉄との関係 (1% 有意水準における $r=0.311$)

Relationship between MEHRA-JACKSON's citrate-dithionite soluble iron and total iron of analysed soils (Significant r at 1% level = 0.311)

(●.....Red soil, ○.....Yellow soil, △.....Surface gley red-yellow soil (Ag horizon), ▲.....Ibid. (B horizon), □.....Dark red soil)

各土壤ごとの Fe-T 含有率の分布範囲は、Fig. 1 に示すように、それぞれかなり変化の幅が広く相互に交錯しているためにとくに明りようではないが、全般的には、赤色土、表層グライ系赤・黄色土および暗赤色土は、ほぼ同様のレベルにあるといえる。黄色土の場合は、下限は赤色土や暗赤色土などとほぼ同様であるが、上限はかなり高く、分布範囲が広がっている。

MEHRA-JACKSON 法可溶鉄 (以下 Fe-(M-J) と略記) と全鉄の含有率は、Fe-T 含有率にくらべるといちじるしく高い。また同じ土壤亜群に属する場合でも、各断面ごとにかなりの相違が見られる。

各土壤の Fe-(M-J) と全鉄の含有率の範囲は、Fe-T 含有率の場合と同様に变化の幅が大きく、Fig. 1 および 2 に示すように相互に交錯しているが、全般的には、赤色土 ≧ 暗赤色土 > 黄色土 ≧ 表層グライ系赤・黄色土 (B 層) > 表層グライ系赤・黄色土 (Ag 層) の傾向がうかがわれ、これらの中で、表層グライ系赤・黄色土の Ag 層はとくに小さな値を示している。

Fe-(M-J) と全鉄の含有率の各断面における分布は、Fe-T 含有率の場合とは異なり、未熟な P 42-36, 歩行土の P 43-6 および土層が若干乱れていた P 42-85 以外は、いずれ

の土壤も表層から下層にむかって漸増している。表層グライ系赤・黄色土の Ag 層では、Fe-(M-J) と全鉄の含有率がとくに低いことが注目される。

Fig. 2 は Fe-(M-J) と全鉄含有率との関係について示したものであるが、全鉄含有率の増加にともなう Fe-(M-J) 含有率も増加し、両者の間にはきわめて有意な正の直線回帰が認められる。この結果は永塚¹⁷⁾¹⁸⁾の西南日本の黄褐色森林土および赤色土の場合とよく一致している。

4-2 遊離鉄の活性度と結晶化指数

各供試土壤の遊離鉄の形態的な特徴は、その活性度と結晶化指数にかなり明りように示されている。

遊離鉄の活性度は、黄色土は 0.01～0.03 で、そのほとんど大部分は 0.05 以上を示しているが、赤色土と暗赤色土は 0.01～0.12 で、そのほとんど大部分は 0.04 以下を示している。両土壤はかなり明りように区分される。表層グライ系赤・黄色土は、Ag 層がいちじるしく大きく 0.52～0.77 を示しているが、B 層ではいずれも 0.08 以下であり、赤色土および暗赤色土と同程度の値を示している。

結晶化指数は、黄色土が 0.35～0.77（一部未熟土の C₂ 層では 0.21）、赤色土が 0.58～0.84、暗赤色土が 0.60～0.81 を示している。

Fig. 3 から明らかなように、これらの値は相互に交錯しているが、赤色土と暗赤色土はほぼ同程度の分布範囲に位置し、黄色土はかなり幅は広いが、全般的に多少小さいといえる。

表層グライ系赤・黄色土では、Ag 層は 0.13～0.32 で、いちじるしく小さい値を示しているが、B 層は赤色土および暗赤色土と同程度の 0.71～0.97 を示している。

上述のように、遊離鉄の形態的特徴によって、赤色土と暗赤色土とは明確に区分し難いが、これらの土壤と黄色土とは、かなり明りように区分される。さらに、赤色土および暗赤色土と黄色土とは、Fig. 3 に示すように、遊離鉄の活性度と結晶化指数の分布領域が、かなり異なることによっても区分される。また、表層グライ系赤・黄色土の B 層の遊離鉄の形態は、赤色土および暗赤色土とほとんど相違が認められないが、Ag 層は、遊離鉄の活性度がとくに大きく、結晶化指数がとくに小さい値を示している。

4-3 供試土壤の遊離鉄の形態的特徴と本土の類縁土壤との比較

上述の沖縄の主要な森林土壤の遊離鉄の形態を、これまでに報告された本土の対応する各土壤と比較す

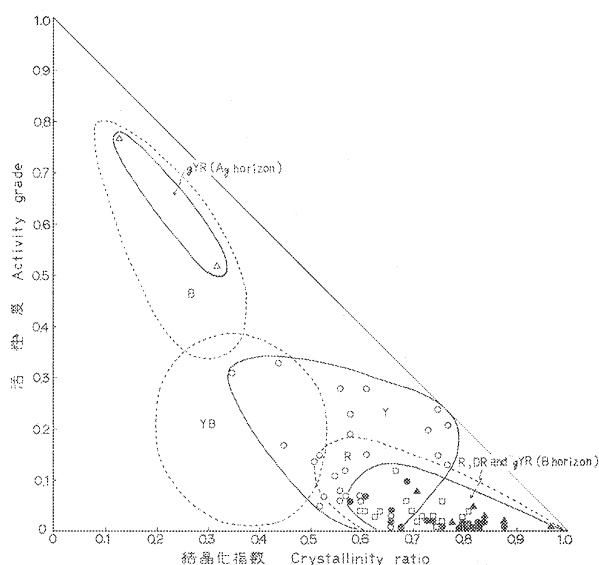


Fig. 3 遊離鉄の活性度と結晶化指数の関係〔点線内は永塚¹⁷⁾¹⁸⁾の B（褐色森林土）、YB（黄褐色森林土）および R（赤色土）領域を示す〕

Relationship between activity grade and crystallinity ratio of free iron oxide [Dotted circles express B (Brown forest soil), YB (Yellow-Brown forest soil) and R (Red soil) ranges after NAGATSUKA¹⁷⁾¹⁸⁾]

(●.....Red soil, ○.....Yellow soil, △.....Surface gleys, ▲.....Red-yellow soil (Ag horizon), ▴.....Ibid. (B horizon), □.....Dark red soil)

ると次のとおりである。

1) 赤色土

沖縄においては、赤色土は主として 250m 以下の丘陵地および石灰岩地域を除く台地や段丘など特定の地形面上に集中的に出現しており、出現の状況は本土とよく類似している⁹⁾¹⁰⁾。

本土の赤色土は、大政、黒鳥および木立ら⁶⁾⁸⁾²⁰⁾によって古期の温暖期にラテライト的な土壤生成作用を受けたものであることが明らかにされている。また、松井¹¹⁾、松井および加藤¹³⁾も同様の見解を示している。

河田および西田⁵⁾は、本土の赤色土の Fe-T 含有率は 0.12~0.78%, Fe-(M-J) 含有率は 5.13~10.2% であるとしている。永塚¹⁷⁾¹⁸⁾は前者が 0.13~1.85% (一部の C₁, C₂ 層では 2.16~2.63%), 後者は 1.81~15.44% であるとしている。また、山家および黒鳥²⁷⁾は前者が 0.64~4.54, 後者は 4.84~5.28 であるとしている。沖縄の赤色土では、Fe-T 含有率が 0.10~0.45, Fe-(M-J) 含有率が 2.21~13.2 であり、本土の赤色土とはほぼ同様の範囲に入っている。

また、本土の赤色土の遊離鉄の活性度の範囲は、河田および西田⁵⁾は 0.01~0.05 (一部の Am 層では 0.15), 永塚¹⁷⁾¹⁸⁾は 0.03~0.24 (一部の C₁, C₂ 層では 0.28~0.39) としている。沖縄の赤色土の場合には、0.01~0.10 の範囲にあり、本土の赤色土とはほぼ同様の値を示している。

本土の赤色土の遊離鉄の結晶化指数の範囲は、永塚¹⁷⁾¹⁸⁾は 0.32~0.93 とし、A 層または B 層の場合には、大部分が 0.5 以上であるとしている。さらに、赤色土の遊離鉄の活性度と結晶化指数の分布領域を、Fig. 3 のように示している。沖縄の赤色土の遊離鉄の結晶化指数は 0.58~0.84 の範囲を示し、また、遊離鉄の活性度と結晶化指数は Fig. 3 に示すような領域に分布をしており、永塚の本土の赤色土の場合とよく一致している。

黒鳥および小島⁹⁾は、沖縄の赤色土について、その出現状態から、本土の赤色土と同様の生成作用による古土壤であることを認めている。上述の遊離鉄の形態的特徴が、本土の赤色土と同様の特徴を示していることは、その推論を裏付ける有力な資料といえよう。

2) 黄色土

黄色土は各島しょの山地斜面および丘陵地、台地の開析斜面に支配的に出現するほか、赤黄色土の表層部を含めると、石灰岩地域を除くほぼ全域に普遍的に認められる⁹⁾¹⁰⁾。

黒鳥および小島⁹⁾は、沖縄の黄色土はその出現状態から現気候下で生成されたものとしている。それに対して、本土の黄色土は赤色土ほど明確に解明されていないが、出現様式にみられる特徴などから、ほぼ赤色土に準じた生成年代の古い土壤であろうと推定されている²¹⁾。

河田および西田⁵⁾は、本土の黄色土の Fe-T 含有率は 0.09~0.23%, Fe-(M-J) 含有率は 2.31~2.99% の範囲にあり、遊離鉄の活性度は 0.03~0.14 の範囲にあるとしている。沖縄の黄色土の Fe-T 含有率は一部の未熟土の C 層を除き 0.07~0.86%, Fe-(M-J) 含有率は 0.41~5.44%, 遊離鉄の活性度は 0.01~0.33 の範囲を示しており、いずれも下限は本土の黄色土とはほぼ一致するが、上限はかなり高い値を示している。

また、沖縄の黄色土の遊離鉄の活性度と結晶化指数の分布領域は、Fig. 3 に示すように、永塚¹⁷⁾¹⁸⁾の赤色土 (R 領域) と黄褐色森林土 (YB 領域) の中間に位置し、一部は両者と重複している。

永塚の黄褐色森林土は、松井¹²⁾の試案に基づく区分によるもので、遠藤⁹⁾の赤黄褐色森林土と同様に、

西南日本の照葉樹林帯⁷⁾における低山、丘陵地帯の褐色森林土を、東北地方北部および北海道地方の寒冷帯* (Subboreal) の褐色森林土と区分しようとするものである。

永塚¹⁷⁾¹⁸⁾は、褐色森林土と黄褐色森林土は遊離鉄の活性度が前者は0.4以上、後者が0.4以下を示すことによって区分し、また、赤色土と黄褐色森林土は、遊離鉄の結晶化指数が前者は0.5以上、後者は0.5以下であるとして相互の区分をおこなっている。河田および西田⁹⁾は、近畿・中国地方の照葉樹林帯の地域における褐色森林土の遊離鉄の活性度は0.07~0.46で、永塚の黄褐色森林土とほぼ一致することを指摘している。

沖縄の黄色土の遊離鉄の活性度は、前述のように0.01~0.33の範囲にあり、西南日本の褐色森林土の遊離鉄の活性度とかなり類似している。しかし、遊離鉄の結晶化指数は、大部分が上述の永塚の赤色土の値に近い0.5以上を示している。したがって、沖縄の黄色土の遊離鉄は、黄褐色森林土と比較すると、全鉄の中に占める結晶質の遊離鉄の割合が、かなり高いものと考えられる。

寒冷帯の褐色森林土、亜熱帯* (Subtropical) の黄色土、熱帯の赤色土（ラテライト）に至る zonal な一連の土壌の遷移を考慮すると、今回の沖縄の黄色土の遊離鉄の活性度と結晶化指数の分布領域が、黄褐色森林土と、古土壌ではあるがラテライト的な土壌生成作用をうけた赤色土のほぼ中間に位置していることは、西南日本の地域よりさらに温暖な気候的因子の影響を裏付けているように思われる。しかし、これの正確な裏付けをおこなうためには、さらに北海道、東北日本から、四国および九州南部、南西諸島にかけての一連の地域の森林土壌について、その遊離鉄の形態的な特徴の推移を明らかにする必要がある。

3) 赤黄色土

この土壌は、洪積堆積物を基盤とした台地、丘陵地ならびに山地の安定緩斜面に分布している⁹⁾¹⁰⁾。

供試した赤黄色土の Fe-T、Fe-(M-J) および全鉄の含有率、遊離鉄の活性度および結晶化指数は、いずれも黄色土層は黄色土の領域に、赤色土層は赤色土の領域にふくまれている。

P43-4の B₁ 層は、遊離鉄の活性度および Fe-T の含有率が黄色土としては下限に近く、結晶化指数は赤色土と交錯しているが、この土壌は崩積土であり、そのために赤色土層の影響を多少受けているものと思われる。

4) 表層グライ系赤・黄色土

この土壌には、表層グライ化赤・黄色土と表層グライ灰白化赤・黄色土の2つのグループが認められる²⁰⁾。前者は沖縄本島を主とする洪積台地の中の地表水が停滞しやすい平坦ないし微凹地形に局所的に認められ、後者は主として沖縄本島の洪積台地の平坦ないし緩斜面に広く出現している⁹⁾¹⁰⁾。

表層グライ化赤・黄色土は、赤色土あるいは黄色土が、主として平坦~緩斜な地形と緊密な土層による停滞水の影響を受け、表層グライ化作用によって生成された土壌と考えられ、表層グライ灰白化赤・黄色土は、還元作用のほか粘土の破壊をともなう化学的成分の移動が考えられている²⁴⁾。

両土壌とも、Ag 層は遊離鉄の活性度がきわめて大きく、結晶化指数がきわめて小さい値を示しているので、その遊離鉄は主として非晶質な鉄によって占められていると考えられる。それに対してB層では、赤色土および黄色土と同様に遊離鉄の活性度が小さく、結晶化指数が大きな値を示しているので、主として結晶質の鉄が優占しているものと考えられる。

* 気候帯の地理的区分は GERASSIMOV ら⁴⁾を用いた。

ポドゾルの集積層⁵⁾では Fe-(M-J) および、とくに Fe-T の含有率が溶脱層にくらべていちじるしく増大し、遊離鉄の活性度が大きな値を示している。しかし、表層グライ系赤・黄色土ではそのような現象が認められない。したがって、B₁ または B_{1g} 層より下層で Fe-(M-J) および全鉄の含有率が急増しているが、Ag 層の鉄が現在 B₁ または B_{1g} 層に移動集積しつつあるものとは考え難い。

この土壌の遊離鉄の形態と、さらにくわしい生成的特徴については、なお今後の研究に待ちたい。

5) 暗赤色土

暗赤色土のうち塩基系亜群は、サンゴ礁を起源とする隆起石灰岩台地および古生層石灰岩山地の、平坦ないし安定緩斜面に広く出現している。非塩基系亜群は、久米島、石垣島などの安山岩山地地域の、平坦～緩斜面に出現している⁹⁾¹⁰⁾。

暗赤色土の生成過程はまだ十分に明らかにされていないが、本土の暗赤色土の遊離鉄の形態について、河田および西田⁵⁾は、Fe-T 含有率の範囲は赤色土および黄色土より大きく、Fe-(M-J) 含有率の範囲は赤色土より大きい、遊離鉄の活性度は 0.03～0.14 の範囲にあって、赤色土および黄色土ときわめて類似した特徴を示していることを指摘している。

沖縄の暗赤色土の遊離鉄の活性度は、0.01～0.12 の範囲で、本土の場合とよく一致している。また、沖縄の暗赤色土と赤色土の関係も、その遊離鉄の形態的特徴は、本土の場合と同様にきわめて類似した結果を示している。

本土および沖縄における暗赤色土のこのような遊離鉄の形態的特徴は、暗赤色土が赤色土とかなり類似した生成作用をうけた土壌ではないかとの推論を裏付けているように思われるが、この点については今後の検討に待ちたい。

稿を終るに際し、この研究を遂行するに当って、たえず有益な御助言を与えられた、関西支場長 黒鳥忠博士および本場土壌肥料科長（前関西支場育林部長）河田 弘博士に心から謝意を表する。

文 献

- 1) BLUME, H. P. and SCHWERTMANN, U.: Genetic evaluation of profile distribution of aluminum, iron and manganese oxides, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 33, 438～444, (1969)
- 2) 遠藤健治郎：わが国の山地暖帯林地域に分布する土壌の分類と命名，ペドロジスト，10，2～10，(1966)
- 3) GAMBLE, E. E. and DANIELS, R. B.: Iron and silica in water, acid ammonium oxalate, and dithionite extracts of some North Carolina coastal plain soils, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 36, 939～943, (1972)
- 4) ゲラーシモフ，I. R., グラーゾフスカヤ，M. A.: 土壌地理学の基礎，上，菅野一郎，原田竹治他訳，(築地書館)，(1963)
- 5) 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)
- 6) 木立正嗣・大政正隆：赤色土の研究 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，林野土調報，14，1～126，(1963)
- 7) 吉良龍夫：日本の森林帯，林業解説シリーズ，17，1～41，(林業技術協会)，(1951)
- 8) 黒鳥 忠・大政正隆：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，林野土調報，13，1～88，(1963)
- 9) 黒鳥 忠・小島俊郎：沖縄の森林土壌概説，日林誌，51，227～230，(1969)
- 10) 黒鳥 忠：沖縄の森林土壌を調査して，森林立地，11，20～27，(1969)

- 11) 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，資源研彙報，60，1～12，(1963)
- 12) 松井 健：日本の赤色土の「成帯性」にかん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，(1964)
- 13) 松井 健・加藤芳朗：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—西南日本の赤色土の生成にかんする古土壌学的研究第2報，資源研彙報，64，31～48，(1965)
- 14) 松坂泰明・音羽道三・山田 裕・浜崎忠雄：沖縄本島，久米島の土壌の分類について，農技研報，B，22，305～404，(1971)
- 15) MEHRA, O. P. and JACKSON, M. L.: Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with bicarbonate, 7th Nat. Conf. on clays and clay minerals, 317～327, (1960)
- 16) NAGATSUKA, S.: Studies on genesis and classification of soils in warm-temperate region of southwest Japan, (Part 3), Soil Sci. and Plant Nutr., 18, 147～154, (1972)
- 17) 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)
- 18) —————：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，B，26，133～257，(1975)
- 19) 新名謙之助：Tiron による鉄とチタンの比色定量について，林野土調報，8，137～143，(1957)
- 20) 大政正隆・黒鳥 忠・木立正嗣：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，林野土調報，8，1～23，(1957)
- 21) 林業試験場編：林野土壌層断面図集，2，(1968)
- 22) 林業試験場土じょう部：林野土壌の分類 (1975)，林試研報，280，1～28，(1976)
- 23) SCHWERTMANN, U.: Die fraktionierte Extraktion der freien Eisenoxyde in Böden, ihre mineralogischen Formen und ihre Entstehungsweisen, Z. Pflanzenernähr. Düng. U. Bodenk., 84, 194～204, (1959)
- 24) 竹原秀雄：西南諸島の亜熱帯性森林土壌 (2) 非石灰質母材の赤・黄色土について，日林誌，47，1～8，(1965)
- 25) TAMM, O.: Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden, Meddel. Stat. Skogstörsöksnäst, 19, 385～404, (1922)
- 26) 山田 裕・本村 悟・松坂泰明・加藤好武：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，B，24，(1973)
- 27) 山家富美子・黒鳥 忠：四国西南部の森林土壌の遊離酸化鉄，遊離酸化アルミニウム，森林土壌の遊離酸化物に関する研究 (第2報)，日土肥誌，43，397～402，(1972)

On the Forms of Free Iron Oxide in the Red, Yellow, Red-Yellow,
Surface Gleyed Red and Yellow, and Dark Red Soils in Okinawa

Toyoaki NISHIDA⁽¹⁾ and Toshiro KOJIMA⁽²⁾

Summary

This paper deals with the iron oxide forms of the red, yellow, red-yellow and surface gleyed red and yellow, and dark red soils in Okinawa.

The amorphous iron oxides are determined by TAMM's acidic oxalate extraction, and the sum of amorphous and crystalline iron oxides by MEHRA-JACKSON's citrate-dithionite extraction. Total iron is determined after Na_2CO_3 fusion.

The activity grade of free iron oxide is expressed by the ratio of acidic oxalate soluble iron oxide/citrate-dithionite soluble iron oxide and the crystallinity ratio of free iron oxide by the difference of citrate-dithionite and acidic oxalate soluble iron oxide/total iron oxide.

The site conditions of the analysed soils, and the analytical results are stated in Table 1 ~3 and Fig. 1~3.

The obtained results are as follows :

- 1) The amorphous iron oxide is low in every soil. Its levels of the red, surface gleyed red and yellow, and dark red soils are almost the same. Its upper limit of the yellow soil is slightly increased and its range is rather expanded.
- 2) The citrate-dithionite soluble iron oxide and total iron oxide are decreased in the following order as red soil $\approx$ dark red soil $>$ yellow soil $\approx$ surface gleyed red and yellow soils. Those of the Ag horizon of the surface gleyed red and yellow soils are remarkably decreased.
- 3) The activity grades of the red, dark red and surface gleyed red and yellow soils are remarkably low and those of the yellow soil are fairly increased. Those of the Ag horizon of the surface gleyed red and yellow soils are remarkably increased.
- 4) Against them, the crystallinity ratios of the red, dark red and surface gleyed red and yellow soils (lower horizon) are generally large. Those of the yellow soil are fairly increased and those of the Ag horizon of the surface gleyed red and yellow soils are remarkably decreased.
- 5) Comparing the ranges of activity grades and crystallinity ratios of the analysed soils with those of the corresponding soils in the main land after NAGATSUKA, those of the red, dark red and surface gleyed red and yellow soils (lower horizon) are well agreed with those of the R range and those of the yellow soils are the intermediate of the R and YR ranges.