

長崎県の農耕地における赤色土,黄色土,暗赤色土の理化学的特徴

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	中島, 征志郎
巻/号	58巻6号
掲載ページ	p. 677-683
発行年月	1987年12月

長崎県の農耕地における赤色土、黄色土、 暗赤色土の理化学的特徴

中 島 征志郎*

キーワード 農耕地土壌、赤黄色土、母材別理化学性、地域別理化学性、低次分類

1. はじめに

わが国における農耕地土壌の分類¹⁾では、一般に赤黄色土と呼ばれる土壌を赤色土、黄色土、暗赤色土、褐色森林土の4土壌群に大別しているが、これら土壌群は、おもに土色の差異によって区分されており、理化学的性質の相違点については明示されていない。

久馬²⁾は、「赤黄色土の分布が、段丘高位から低位へ赤色土から黄色土へと土色の系列的变化があるにしても、色以外の形態的特徴、化学的特徴、鉱物学的特徴に顕著な差異がないとすれば、これらを一つの赤黄色土群の中に一括しても差支えないと考える」と述べており、赤黄色土を土色で区分する場合は、その根拠を明らかにすべきであるとしている。

自然土壌においては、土色の異なるこれら赤黄色土は、1)成帯性赤黄色土説、2)古赤色土説、3)黄褐色森林土説などにより分類上の位置づけが明確にされ^{3,4)}、土壌断面形態、生成機構、分布の法則性、鉱物組成、理化学的性質などの相違点が解明されてきた。永塚⁵⁾は、赤黄色土の生成と分類に関する既往の研究を整理し、土色の異なる赤色土、黄褐色森林土、褐色森林土の3者が、分布と産状あるいは風化や土壌生成過程を反映した諸性質の差異により、独立した土壌型として分類上に位置づけられることを報告している。

わが国の農耕地土壌の分類では、赤黄色土の各土壌群は、これら自然土壌を対象とした世界的分類の土壌型と対比できるようになっている。しかし、農耕地土壌においては、断面形態的特徴を除き各土壌群間の理化学的性質の相違点を明らかにした報告はない。農耕地土壌は、自然土壌と異なり、開畑されてからは常に土壌管理や肥培管理あるいはその他の人為的な営力を受け続けており、特異な土壌の生成条件下にある。また、常に作物を

栽培し、生産し続けなければならない使命をもっている。そのため、分類された土壌型は、生産力の面からみてもどの程度の相違点があるかを明らかにしておく必要がある。

とくに、長崎県では、全耕地面積(7.1万ha)の約60%が赤黄色土であり、畑面積(2.5万ha)の73%、樹園地面積(1.6万ha)の97%ときわめて多く分布し、県下全域に赤色土、黄色土、暗赤色土の各土壌群が混在しているため、生産力の面からみた土壌の基本的な性質の相違点は明確に把握しておく必要がある。

本報では、長崎県に分布する農耕地の赤黄色土を対象として、母材(岩)および地域を異にする場合の各土壌群に固有の理化学的性質が認められるか否かについて検討を行い、分類上の問題点を明らかにしたので報告する。

2. 試料および方法

供試土壌は、県下全域に分布する畑、樹園地の赤黄色土で、作土(A_p層)と第2層(大体B₂層であるが、A₁₂層やB₁層を含む場合がある)の計810点を用いている。

土壌調査は、1959~1975年の地力保全基本調査⁵⁾、1979~1985年の土壌保全対策環境基礎調査⁶⁾、1975~1985年の県営ほ場整備事業に関する調査⁷⁾で実施したものであり、分析は、地力保全基本調査の分析法⁸⁾による。

3. 結 果

1) 母材(岩)の異なる土壌群の理化学性

県下全域に分布する農耕地の赤色土、黄色土、暗赤色土の化学的性質は、第1表に示すとおりである。

陽イオン交換容量は、生産力判定基準で中庸とされる6~20 meqの範囲に全土壌とも含まれるが、母材(岩)別にみると、安山岩≧玄武岩>第三紀堆積岩≧結晶片岩の順に差異があり、14 meqの線で固結火成岩類と堆積岩類、変成岩類の2者に大別される。

リン酸吸収係数は、500~1200の範囲にあるが、母材(岩)別にみると、生産力判定基準で極小と小に区分さ

Seishiro NAKASHIMA

* 長崎県総合農林試験場(現在、長崎県農林部農政課 850
長崎市江戸町 2-13)
昭和62年2月27日受理
日本土壤肥科学雑誌 第58巻 第6号 p. 677~683 (1987)

第 1 表 土壤群別赤黄色土の理化学的性質

層位	項目	安山岩			玄武岩			第三紀			結晶片岩						
		赤色土 n=26	黄色土 n=57	赤色土 n=51	黄色土 n=72	暗赤色土 n=10	黄色土 n=26	赤色土 n=14	黄色土 n=25	赤色土 n=14	黄色土 n=25	赤色土 n=14	黄色土 n=25				
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s				
作土 (A _p)	pH (H ₂ O)	5.7	0.7	5.5	0.5	6.0	0.7	6.0	0.7	6.2	0.5	5.4	0.4	5.9	1.0	5.6	0.7
	T-C (%)	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.3	0.4	1.2	0.4	1.1	0.4	1.1	0.5
	CEC (meq/100 g)	19.0	2.7	18.7	3.8	17.9	4.2	16.8	1.3	23.4	8.4	12.6	2.6	10.0	2.1	10.4	2.4
	リソ酸吸収係数	980	130	890	160	970	230	1060	210	960	250	550	150	570	60	480	140
	exc. Ca (meq/100 g)	9.4	3.9	9.2	2.5	10.3	3.7	9.9	3.7	13.6	6.4	6.5	2.2	6.8	4.0	5.6	2.7
	Mg	2.8	1.7	1.7	1.0	3.9	1.5	3.7	1.2	4.4	2.1	3.0	1.4	3.3	1.8	2.1	1.3
	K	0.7	0.4	0.6	0.3	0.7	0.4	1.0	0.7	1.3	1.2	0.5	0.2	1.7	1.1	0.7	0.6
	塩基飽和度 (%)	68	23	69	19	86	17	83	23	80	11	80	21	117	53	84	27
	粘土含量 (%)	30.6	7.9	30.8	6.1	35.5	8.9	32.9	7.0	—	—	23.3	9.0	29.4	6.8	18.6	4.3
	下層土 (B ₂)	pH (H ₂ O)	5.5	0.6	5.7	0.6	6.1	0.7	6.0	0.6	6.7	0.5	5.3	0.5	5.7	1.1	5.0
	T-C (%)	0.7	0.4	0.7	0.3	0.6	0.3	0.8	0.4	0.9	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	0.5	0.3
	CEC (meq/100 g)	18.1	3.2	19.7	3.9	17.6	4.7	16.6	3.8	21.3	8.6	12.8	2.3	14.4	6.4	12.3	3.9
	リソ酸吸収係数	1090	190	890	190	1120	230	1180	250	1140	280	620	140	600	140	660	190
	exc. Ca (meq/100 g)	8.4	4.1	10.8	3.7	10.8	4.0	9.5	3.4	15.0	7.0	5.8	2.0	4.6	1.4	4.1	2.6
	Mg	2.7	1.3	1.8	1.0	3.3	1.6	3.6	1.2	3.8	1.3	2.3	0.8	2.8	1.8	2.2	0.8
	K	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.6	0.7	0.3	0.2	0.7	0.1	0.6	0.8
	塩基飽和度 (%)	61	22	72	18	83	24	84	18	90	9	65	20	72	39	57	24
	粘土含量 (%)	41.2	13.1	37.8	10.3	48.3	12.2	43.3	8.8	—	—	30.1	6.3	42.6	6.6	32.0	9.6

第2表 母材（岩）別赤黄色土の理化学的性質

層位	項目	安山岩		玄武岩		第三紀		結晶変岩	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
作土	仮比重 (%)	1.03	0.12	1.08	0.13	1.21	0.21	1.20	0.22
	固相率 (%)	38	5	39	6	41	9	44	4
	粗孔隙率 (%)	21.9	6.0	18.3	6.9	25.3	8.8	19.8	5.2
	体積収縮率 (%)	7.2	2.0	16.7	4.3	6.3	2.9	6.0	1.8
	有効水分 pF 1.5~3.0	4.7	1.6	4.1	1.7	2.9	1.5	5.4	1.9
pF 1.5~3.8	13.1	3.6	14.1	4.6	12.8	3.8	20.6	5.9	
第2層	仮比重 (%)	1.13	0.13	1.26	0.13	1.25	0.15	1.36	0.18
	固相率 (%)	42	7	45	5	45	6	50	6
	粗孔隙率 (%)	12.9	6.0	8.5	4.4	18.0	5.9	13.5	6.9
	体積収縮率 (%)	10.3	4.0	15.2	4.7	7.2	2.2	6.7	3.5
	有効水分 pF 1.5~3.0	3.3	1.6	2.9	1.3	2.3	1.3	4.3	1.9
pF 1.5~3.8	11.4	3.9	8.5	4.6	9.9	2.6	13.5	3.9	

試料数：安山岩，作土 75，下層土 105；玄武岩，作土 111，下層土 146；第三紀，作土 18，下層土 18；結晶変岩，作土 23，下層土 33。

環境基礎調査（S 53~57）の結果による。

れる 700 の線で固結火成岩類（700 以上）と堆積岩類，変成岩類（700 以下）の 2 者に大別される。

塩基飽和度は，作土，第 2 層とも 60% 以上であり，母材（岩）別の違いは認められない。自然土壌の塩基飽和度は 30% 以下のものがほとんどであるのに対し，農耕地土壌の作土，下層土でこのように大きい値を示すのは，とくにカルシウム，マグネシウムの含量が多くなっていることによるものである。このことは，農耕地土壌が土壌管理の影響を強く受けていることを示している。

各項目の変異係数は，陽イオン交換容量，リン酸吸収係数では約 30% 以下であり，土壌の基本的な性質とみることができるが，塩基飽和度では 30% 以上の変異係数を示す場合が多いため，土壌の基本的性質としては検討できない。

母材（岩）別に比較すると以上のような化学的性質の差異が認められたが，これに対して，同一母材（岩）に由来する赤色土，黄色土，暗赤色土間には，陽イオン交換容量，リン酸吸収係数とも差異は小さかった。すなわち，生産力要因としての基本的な化学的性質は，土壌群としてよりもむしろ母材（岩）による相違が明瞭であることが判明した。

粘土含量は，母材（岩）別にみると，おおそ，玄武岩>安山岩>結晶片岩≒第三紀堆積岩の順であるが，同一母材（岩）ごとの赤色土，黄色土，暗赤色土間の差異については判然としなかった。全般に作土の粘土含量は第 2 層より少ないが，これは，粘土の下層移動（Illimerization）によるものではなく，土壌侵食や土壌管理の影響を強く受けたことによるものと考えられる。結晶片

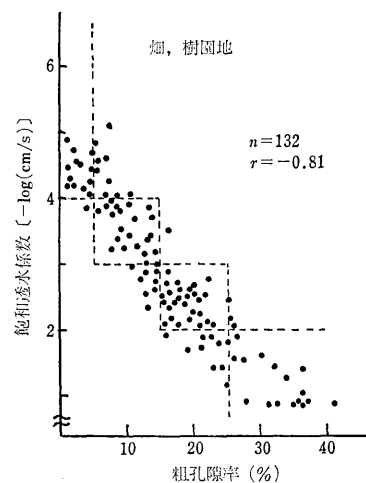
岩や第三紀堆積岩においてとくにこの傾向が大きいのは，これら母材が山地に多く，土壌侵食を強く受けていることによるものと考えられる。

赤色土，黄色土，暗赤色土の 3 土壌群を一括した赤黄色土の母材（岩）別にみた物理的性質は，第 2 表に示すとおりで次のような特徴がみられた。

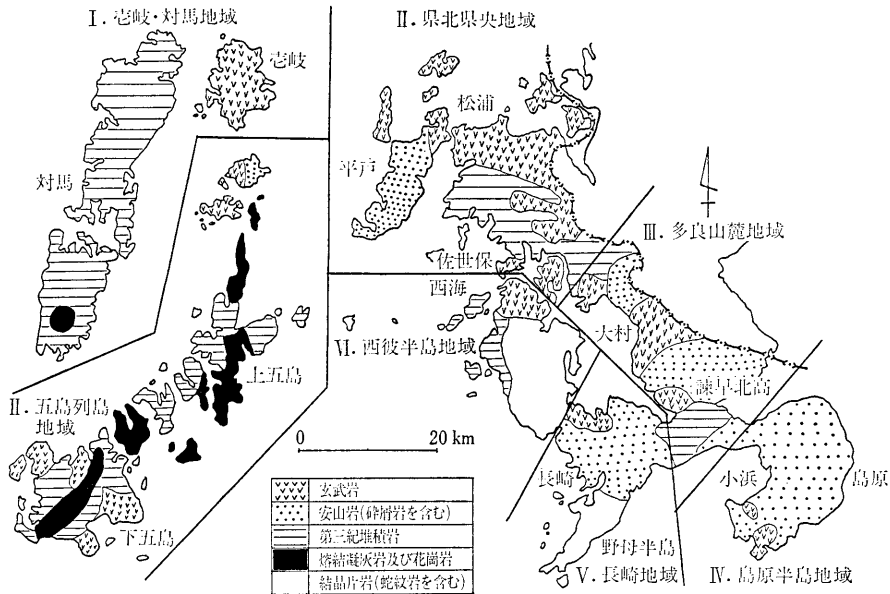
人為の影響が少ないと考えられる第 2 層についてみると，仮比重は，安山岩（1.13）が他母材（岩）（1.25~1.36）より全般に軽い。

固相率は，全母材（岩）とも 40~50% であり，充填度が高い。

粗孔隙率は，第三紀堆積岩が 18% と大きく，次いで



第1図 飽和透水係数と粗孔隙率



第2図 長崎県の地質図

結晶片岩、安山岩の13~14%であり、玄武岩は9%と小さい。粗孔隙率と透水性の関連を検討したところ、第1図に示されるように比較的高い相関関係がみられた。この点からみて、第三紀堆積岩では大、安山岩、結晶片岩では中、玄武岩では小の透水性を示すものと判断される。

体積収縮率は、玄武岩が15%と大きく、次いで安山岩が10%であり、第三紀堆積岩と結晶片岩は7%と小さい。

pF 1.5~3.8の有効水分は、9~13%の範囲にあり、全般に保水力は小さいといえる。

作土の物理的性質は、下層土に比べて仮比重、固相率が小さく、粗孔隙率、有効水分が大きい。このことは、耕耘や土壤管理など人為の影響を強く受けていることを示している。また、体積収縮率は、作土と第2層の差異が小さいが、これは、粘土鉱物組成との関連が大きいことを示すもので、土壤の基本的性質とみてよいと考える。

以上のように、物理的性質については、母材(岩)の種類による差異は明瞭であったが、3土壤群間における差異は認められなかった。

2) 同一母材(岩)で同一地域に分布する土壤群の化学性

上記の結果は、長崎県全域を対象としたものであり、噴出マグマの質や堆積材料の種類あるいは土壤生成条件

などで異なると考えられる地域別土壤の差異を考慮していない。そこで、ここでは、同一母材(岩)に由来し、土壤の生成環境が同じと考えられる同一地域の赤色土、黄色土、暗赤色土について土壤群間の差異を検討した。

対象地域は、長崎県北部の玄海灘に浮かぶ壱岐島である。本島は、一部に第三紀堆積岩、安山岩、熔結凝灰岩が出現するものの、ほぼ全島が玄武岩で覆われた熔岩台地であり、同一母材(岩)に由来する3土壤群がまとまって分布している。

壱岐島におけるこれら赤黄色土の代表土壤断面をみると、3土壤群ともA層が薄く、すぐB₂層となり、下層にはムギ岩またはオンジャクと称する変朽玄武岩のC層が出現するのが特徴である。

3土壤群の化学的性質は、第3表に示すとおりである。農耕地土壤の場合、第2層は作土直下の層で必ずしもB₂層ではなく、A₃層またはB₁層が含まれている。

自然土壤の場合、シイの木、雑木林などの林地におけるA層とB₂層である。

結果としては、壱岐島の玄武岩に由来する赤色土、黄色土、暗赤色土間には、農耕地土壤、自然土壤とも陽イオン交換容量、リン酸吸収係数の差異は認められなかった。このことは、同一地域内にあり、同一母材(岩)に由来する赤黄色土の土壤群間には、土壤の基本的な性質に明らかな差異がないことを示すものである。

また、カルシウム、マグネシウムの含量は、作土、第

第3表 宍岐島における赤黄色土の化学性

項目	土 壌 群	農耕地土壌 (畑, 樹園地)				自 然 土 壌 (林地)					
		層 位	n	\bar{x}	s	CV	層 位	n	\bar{x}	s	CV
pH (KCl)	赤 色 土	作 土	3	4.5	0.5	10	A	3	4.5	0.8	18
		第2層	3	5.4	0.3	6	B ₂	9	4.2	0.7	17
	黄 色 土	作 土	18	5.1	0.5	10	A	5	4.5	0.5	11
		第2層	18	5.4	0.5	9	B ₂	9	4.5	0.7	16
	暗 赤 色 土	作 土	5	5.1	0.7	14	A	4	4.7	0.8	17
		第2層	5	5.4	0.3	6	B ₂	9	4.4	0.8	18
置 換 性 CaO (meq/100 g)	赤 色 土	作 土	3	11.2	1.2	11	A	3	4.3	3.7	70
		第2層	3	11.6	0.7	6	B ₂	9	2.1	2.8	133
	黄 色 土	作 土	18	10.2	2.7	26	A	5	7.2	5.7	79
		第2層	18	11.0	3.1	28	B ₂	9	4.5	5.5	122
	暗 赤 色 土	作 土	5	13.6	6.4	47	A	4	4.4	3.6	82
		第2層	5	15.0	7.0	47	B ₂	9	4.0	3.7	93
置 換 性 MgO (meq/100 g)	赤 色 土	作 土	3	3.8	0.7	18	A	3	4.4	3.4	77
		第2層	3	4.3	1.0	23	B ₂	9	4.3	2.9	67
	黄 色 土	作 土	18	3.0	0.9	30	A	5	3.3	1.7	52
		第2層	18	3.7	1.3	35	B ₂	9	2.5	1.7	68
	暗 赤 色 土	作 土	5	4.4	2.1	48	A	4	4.1	2.5	61
		第2層	5	3.8	1.3	34	B ₂	9	3.2	2.1	66
CEC (meq/100 g)	赤 色 土	作 土	3	21.1	0.8	4	A	3	25.9	3.0	19
		第2層	3	18.6	0.7	4	B ₂	9	21.6	9.8	45
	黄 色 土	作 土	18	17.7	3.7	21	A	5	20.6	3.4	17
		第2層	18	17.4	3.3	19	B ₂	9	16.1	6.2	39
	暗 赤 色 土	作 土	5	23.4	8.4	36	A	4	26.0	6.4	25
		第2層	5	21.3	8.6	40	B ₂	9	20.7	5.9	29
リ ン 酸 吸収係数	赤 色 土	作 土	3	1065	236	22	A	3	1270	180	14
		第2層	3	1159	193	17	B ₂	9	1350	220	16
	黄 色 土	作 土	18	1203	322	27	A	5	1190	200	17
		第2層	18	1329	232	17	B ₂	9	1140	210	18
	暗 赤 色 土	作 土	5	957	246	28	A	4	1280	200	16
		第2層	5	1140	286	25	B ₂	9	1400	200	14

2層とも自然土壌に比べて農耕地土壌が明らかに多く、高 pH となっている。このことは、前述したように、農耕地土壌が土壌管理の影響を強く受けていることを示している。

3) 地域 (地区) ごとにみた土壌群の化学性

同一母材 (岩) に由来する土壌であっても、母材 (岩) の噴出起源や堆積年代の違いあるいは土壌の生成条件の違いなどにより、土壌群の化学性は、地域別に異なることが想定される。そこで、ここでは、赤色土と黄色土が広く分布する安山岩および玄武岩土壌について、土壌群間の差異が第2図に示す長崎県の土壌地域区分⁹⁾の地区間においても宍岐島の例と同様の結果を示すか否かについて検討した。

結果は第4表に示すとおりで、陽イオン交換容量、リ

ン酸吸収係数には、安山岩、玄武岩ともどの地区においても赤色土と黄色土の土壌群間の差異は明確でなかった。ただし、同一土壌群における地区ごとの差異は顕著であった。

同一土壌群における地区ごとの差異は、母材 (岩) が安山岩の場合、陽イオン交換容量では、高原半島南部地区が約 13 meq とやや小さい傾向を示すが、リン酸吸収係数では、全地区とも 800~1200 の範囲にあり、大きな差異は認められない。

母材 (岩) が玄武岩の場合は、陽イオン交換容量では、平戸・松浦地区、宍岐地区が約 20 meq と大きく、下五島地区が約 12 meq と小さい。リン酸吸収係数では、下五島地区が 1200~1400 と他地区の 800~1200 よりやや大きい。

第 4 表 地域ごとの赤色土と黄色土の化学性

母材 (岩)	項目	地区名	n	作 土 (A _p)				下 層 土 (B ₂)			
				赤 色 土		黄 色 土		赤 色 土		黄 色 土	
				\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
安山岩	CEC (meq/100 g)	島原半島南部	9	13.2	2.3	14.2	3.2	13.8	2.6	13.1	2.8
		諫早・北高	25	19.0	2.4	18.8	2.7	19.2	2.0	18.4	3.0
		大村	34	17.8	3.2	18.2	3.0	17.0	3.3	16.8	4.0
	リン酸吸収係数	島原半島南部	9	980	200	820	190	1010	160	960	220
		諫早・北高	25	1060	230	980	180	1160	180	970	200
		大村	34	1000	60	840	80	1060	150	900	180
	粘土含量 (%)	島原半島南部	9	25	8	35	9	34	10	40	9
		諫早・北高	25	30	7	30	8	42	10	35	8
		大村	34	32	5	28	8	34	12	45	13
玄武岩	CEC (meq/100 g)	西彼半島	4	14.8	3.8	15.2	4.2	15.4	4.3	15.8	4.8
		平戸・松浦	46	19.8	2.6	19.6	3.1	20.0	4.8	18.4	3.1
		下五島	33	11.6	2.7	11.7	2.2	10.8	2.7	12.4	2.4
		壱岐	12	21.0	2.4	17.7	2.7	18.8	2.5	17.6	2.8
	リン酸吸収係数	西彼半島	4	920	220	920	230	1200	240	1150	230
		平戸・松浦	46	900	210	1020	220	920	260	950	250
		下五島	33	1090	180	1040	150	1310	160	1370	170
		壱岐	12	1070	260	1200	270	1160	240	1300	250
	粘土含量 (%)	西彼半島	4	33	8	34	9	48	9	45	10
		平戸・松浦	46	34	6	34	7	44	11	40	10
		下五島	33	41	8	35	7	65	10	55	9
		壱岐	12	31	8	28	10	48	13	38	11

粘土含量には、土壤群間の大きな差異は認められないが、地区ごとの差異としては、下五島地区の粘土含量が他地区に比較して著しく多いのが特徴的である。

以上のように、同一母材(岩)における赤黄色土の土壤群間には、多少の生成条件が違っていても同一地域内にあれば、大きな差異は認められなかった。これに対して、同一土壤群の地域(地区)別差異は、明瞭に認められた。

4. 考 察

わが国の農耕地土壌の分類における赤黄色土の位置づけは自然土壌の分類に準拠したものであり、赤色土、黄色土、暗赤色土の各土壤群に類別されているが、農耕地土壌において最も重要な生産力の面からみた理化学的性質の相違点を比較検討した報告はない。

農耕地における赤黄色土の一般的特徴は、強酸性で腐植や塩基含量に乏しく、透水性不良で過干過湿に陥りやすく、強粘質で農作業の困難性が大きいことにあり、土壤管理対策は、母材(岩)が同じであれば、各土壤群とも同一に取り扱われているのが現状である。

赤色土、黄色土、暗赤色土の各土壤群には、土色以外の断面形態的特徴の相違は認められないので、もし、土壌の基本的な理化学的性質にも差異がないとすれば、これら土壤群を農耕地土壌の分類上に位置づけることは、生産力的にみる限りそれほど重要な意味をもたないことになる。

ここで得られた結果では、長崎県に分布する赤黄色土の基本的な性質(保肥力、固定力、可塑粘着性、ち密度など)には、母材(岩)の差異や地域(農業地域区分の地区に相当)の差異は顕著に認められたが、土壤群間の差異は明らかでなかった。すなわち、同一地域(地区)内にあり、同一母材(岩)に由来すれば、土壤群間の差異は小さく、土壤管理対策は、各土壤群とも同一に取り扱っても差支えないことを示している。

ただし、土色で分けられるこれら土壤群は、気候の変遷や時間的経過に伴う土壌の生成過程の違い、いわゆる自然土壌を対象とした高次分類との関連において重要であり、農耕地土壌における分類上の位置づけが必要でないからといって、即、赤黄色土群として一括し、分類上に位置づけることはできない。

農耕地土壌の分類においては、生成論的、形態論的分類では表現できない母材（岩）別土壌や地域別土壌の生産力的特徴を明確に区分するためには、縦系列の分類とは別に横系列の分類として、土壌の基本的な性質を考慮した分類基準に基づき土壌地域区分の設定をする必要があると考える。

5. 要 約

1) 農耕地における赤黄色土の土壌群間には、土壌の基本的な理化学性の相違点は認められなかった。

2) ただし、母材（岩）ごとの差異は顕著であり、陽イオン交換容量、リン酸吸収係数、粘土含量、体積収縮率、透水性などは、玄武岩や安山岩などの固結火成岩類と第三紀堆積岩や結晶片岩などの堆積岩類や変成岩類の2者に大別された。全土壌とも強粘質で保水力に乏しいことは共通していた。

3) また、同一土壌群であっても、地域（地区）ごとの差異は大きいことが判明した。

4) これらのことから考えると、同一地域内にあって同一母材（岩）に由来する赤黄色土であれば、各土壌群の土壌管理対策は、同一に取り扱っても差支えないこと

を示すと考えられた。

謝 辞 本研究の遂行に当たり、貴重なご助言とご指導をいただいた農林水産省農業技術センター足立嗣雄博士、筑波大学助教授永塚鎮男博士ならびに本論文に対するご助言とご指導をいただいた農林水産省九州農業試験場前田乾一博士に謹んでお礼申し上げます。

文 献

- 1) 農業技術研究所土壌第3科：農耕地土壌の分類—土壌統の設定基準および土壌統一覧表（1983）
- 2) 久馬一剛：赤黄色ポドソル性土壌とわが国および東南アジアの赤黄色土，ペドロジスト，**12**，96～104（1968）
- 3) 菅野一郎：日本の土壌型，農文協，東京（1975）
- 4) 永塚鎮男：西南日本の黄褐色森林土および赤黄色土の生成と分類に関する研究，農技研報B，**26**，（1975）
- 5) 長崎県総合農林試験場：地力保全基本調査成績書（1959～1975）
- 6) 長崎県総合農林試験場：土壌保全対策環境基礎調査成績書（1979～1985）
- 7) 長崎県総合農林試験場：県営ほ場整備事業に関する調査成績（1975～1985）
- 8) 農林水産省農産園芸局農産課：土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法（1979）
- 9) 長崎県総合農林試験場：長崎県の農林業の地域分析（1965）