

報 文

ジャワ島の土壤の物理性とくに硬盤について

吉 川 久 雄*

I はじめに

編集幹事から海外の土壤の調査研究の経験を紹介するようとの御注文をうけましたが物理的な性質については殆んど手をつけておらず、大変困りました。然し責をはたす意味で全く不十分な報告にはなりますが、皆様の興味をひくやもしれぬと思われることから、単に一つの資料として見て頂くつもりで、上記の標題でまとめてみました。

なお、筆者は川口桂三郎、久馬一剛両氏らとともに田中明氏を代表者とする文部省海外学術研究「南アジア稲作地帯における特殊土壤とそれによる水稻生育障害調査」の共同研究者として、ジャワ島に1970年1月から3月まで滞在し、主として水田土壤の調査に従事した。本調査を計画、実現しこの機会を与えて下さった石塚北大教授（現名誉教授）に厚くお礼申しあげます。

II 調査土壤と三相分布

調査土壤の土壤型、コア試料による容積重、三相分布を第1表に示した。

土壤型は Dudal & Soeprapto-hardjo (1957) の分類法による。この方法によるジャワ島の Exploratory Soil Map (1:1,000,000) が1960年に発行されている。また松井 (1958) はその抄録を報告している。

各土壤型毎にまとめた容積重および間隙比の平均値と標準偏差を

第1表 調査土壤の土壤型、容積重、孔隙比及び三相分布

Soil type	Region	Soil No.	Horizon	rd g/100cc	e	Vs %	Vw %	Va %	rs			
Alluvial	West	+ 9-1	Apg	67.5								
			-2 A12g	97.5	1.83	35.3	61.5	3.2	2.76			
			-3 C1g	117.5	1.26	44.2	52.0	3.8	2.66			
			-4 C 2 g	120.0	1.25	44.5	47.5	8.0	2.70			
			-5 C 3 g	123.7	1.15	46.5	43.5	10.0	2.66			
			11-1 Apg	66.7	3.02	24.9	66.5	8.6	2.68			
			-2 C 1 g	109.9	1.44	41.0	54.0	5.0	2.68			
			-3 C 2 g	110.1	1.50	40.0	55.0	5.0	2.75			
			-4 C 3 g	111.0	1.44	41.0	53.0	6.0	2.71			
			+12-1 Apg	93.6								
			-2 C 1 g	116.3								
			-3 C 2 g	114.4								
	-4 C 3 g											
	Middle		22-1	Apg	114.6	1.30	43.5	49.5	7.0	2.63		
				-2 C 1 g	119.6	1.22	45.0	46.5	8.5	2.66		
				-3 C 2	116.8	1.29	43.7	55.5	0.8	2.67		
				-4 IIC 3	106.9	1.60	38.4	56.5	5.1	2.78		
				23-1 Apg	94.3	1.90	34.5	51.0	14.5	2.73		
				-2 C 1 g	115.4	1.37	42.2	54.0	3.8	2.73		
-3 C 2 g				100.0	1.75	36.3	56.5	7.2	2.75			
+25-1 Apg				76.4	2.50	28.5	60.0	11.5	2.68			
-2 A12g												
-3 C 1 g				111.7	1.43	41.2	54.5	4.3	2.71			
East		+43-1	Apg	95.5	1.71	36.9	57.5	5.6	2.59			
			-2 C 1 g	106.3	1.45	40.9	53.5	5.6	2.59			
			-3 C 2	103.5	2.34	30.0	62.5	7.5	3.45			
			-4 C 3	96.2	1.75	36.3	57.5	6.2	2.66			
			-5 C 4	92.7	1.85	35.1	58.0	6.9	2.64			
			Grumusol	Middle	+20-1	Apg	83.7	2.17	31.5	59.5	9.0	2.66
						-2 C 1 g	106.2	1.54	39.3	56.5	4.2	2.70
						-3 C 2 g	108.1	1.56	39.0	55.0	6.0	2.77
						-4 C 3 g	110.2	1.56	39.0	54.0	7.0	2.83

* 京都大学農学部 1971.4.5 受理

Soil type	Region	Soil No.	Horizon	rd	e	Vs	Vw	Vs	rs	
Latosol	East	31-1	Ap	92.7	1.78	36.0	60.0	4.0	2.58	
		-2	AC	93.7	1.78	36.0	60.5	3.5	2.60	
		-3	C1	85.7	2.03	33.0	62.0	5.0	2.60	
		-4	C2	84.2	2.14	31.9	64.5	3.6	2.64	
		+35-1	Apg	80.2	2.33	30.1	59.0	10.9	2.66	
		-2	C1g	99.1	1.67	37.5	60.5	2.0	2.64	
		-3	C2	98.2	1.72	36.8	60.0	3.2	2.67	
		-4	C3	101.6	1.70	37.0	61.0	2.0	2.75	
		+46-1	Apg	76.9	2.22	31.0	53.5	15.5	2.48	
		-2	C1	115.2	1.17	46.1	50.5	3.4	2.50	
	-3	C2	104.3	1.45	40.8	51.5	7.7	2.56		
	-4	C3	94.3	1.69	37.2	56.5	6.3	2.53		
	-5	C4	95.9	1.64	37.9	58.0	4.1	2.53		
	West	1-1	Apg	99.9						
		-2	ABg	105.4						
		-3	B1g	98.0						
		-4	B2g	85.5						
		-5	BCg	84.8						
		2-1	Apg	104.4	1.67	37.5	40.5	22.0	2.78	
		-2	ABg	119.2	1.24	44.7	46.0	9.3	2.67	
-3		B1g	106.6	1.65	37.7	43.0	19.3	2.83		
-4		B2g	100.5	1.77	36.1	47.5	16.4	2.78		
-5		BC1g	105.5	1.61	38.3	54.5	7.2	2.75		
+3	3-1	Apg	70.3							
	-2	A12g	101.0	1.73	36.6	58.0	5.4	2.76		
	-3	B1g	100.9	1.73	36.6	54.0	9.4	2.76		
	-4	IIB2g	100.2	1.87	34.8	55.5	9.7	2.88		
	-5	IIBC1g	79.6	2.66	27.3	57.5	15.2	2.92		
	5-1	Apg	120.1	1.22	45.0	45.0	10.0	2.67		
	-2	C1g	116.1	1.39	41.8	49.5	8.7	2.78		
	-3	C2g	110.1	1.49	40.2	48.5	11.3	2.74		
	-4	C3g								
	Middle	28-1	Apg	125.2	1.11	47.3	47.5	5.2	2.65	
-2		C1g	144.7	0.86	53.9	46.5	0	2.68		
-3		IIC2g	139.2	0.93	51.9	47.0	1.1	2.68		
-4		IIC3g	126.7	1.16	46.2	51.0	2.8	2.74		
East	+44-1	Apg	78.1	2.28	30.5	49.5	20.0	2.56		
	-2	B1g	128.1	1.01	49.7	47.0	3.3	2.58		
	-3	B2g	120.7	1.19	45.6	48.1	6.3	2.65		
	-4	C1	99.0	1.60	38.5	53.0	8.5	2.57		
	-5	IIC2								
	-6	IIIC3	97.1	1.75	36.4	49.0	14.6	2.67		

表-2 に示した。

Andosol は小さな容積重と大きな間隙比により明らかに他の土壌型と区別される。

Alluvial, Grumusol, Latosol の間には差を見出し難い。しかし現場での構造には明らかな差があり、Grumusol では写真1のような、また Latosol ではより丸味をおびた粒状構造が表面に発達する。また Grumusol の場合、くさび型構造 (Wedge), 鏡肌 (Slickenside) の発達が著しい。

Regosol, Mediterranean は前者よりやや密な充填を示し、Planosol, Red yellow podzolic は非常に密な充填と液相の減少を示す。

少数例ではあるが、これらの土壌の三相分布を三角図表にプロットした (図-1)。

土壌型による差については前述のとおりだが、Regosol は砂質なものとならないものに分類される。また Reddish Latosol は Brown Latosol より多孔質である。

母材的にみると、Aは沖積、扇状地、山麓崩積物、Bは火山灰、Cは洪積段丘ないし侵蝕段丘、Dは砂となる。この結果は美園ら (文献参照) が日本において土壌母材と三相分布について示した関係に類似している。

III 硬盤について

インドネシアの土壌中の硬盤については、Mohr & van Baren (1954), Dudal & Soeprapto-hardjo (1960) により (1)ラテライト殻、(2)火山噴出物に由来する珪酸質の硬盤、(3)炭酸石灰コンクリーションの集積層、が報告されている。

われわれは水田土壌を見て歩いた関係上、ごく少数の硬盤を見たにすぎない。また硬盤の詳細な論

議に立ち入る資料もないので、ここではジャワの農民が硬い（インドネシア語で *padas*）層と呼んでいるものの性状について若干の報告をする。

われわれの見た範囲ではそれらは次の三つに分けられる。

(1)火山山麓の緩傾斜地にみられる *padas* 層、これは(a)うすい多孔質な非ラテライト性硬盤と (b)厚い固結泥流ないし角礫岩等の火山噴出物の風化層、の二つに分けられる。

(2)段丘上の土壌にみられる密充填による *padas* 層。

(3)珪酸質ないし石灰質の結合物質で固結された微化石の集積した *padas* 層。

以下にそれらの例を述べる。

(1)火山山麓の緩傾斜地にみられる ***padas* 層**

a-(i) IN 44-5 (インドネシア土壌44番目の試坑第5層の意味、以下も同様)

位置: Ardjasa, Djember, East Java

地形と母材: Argopuro 火山の開析の進んだ南西山麓緩傾斜地、新第四紀火山噴出物、海拔140m

土壌図上の土壌型: 塩基性~中性火成岩に由来する傾斜地~山地上の Latosol, Andosol, この試坑は Brown Latosol,

断面形態:

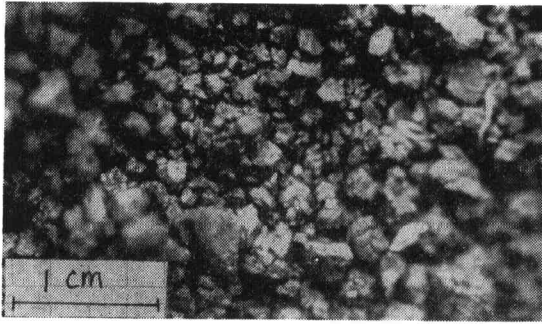
Apg 0~13cm 7.5YR4/1(潤) Liⁱ C.

Blg 13~20 10YR 5/2 (湿) Li C. 5YR3/6膜状、糸根状斑含む、中-強中角塊のまわりに粘土被膜,

B2g 20~30 7.5YR 4/2(湿) Li C, 膜状、糸根状、結塊状Mn斑含む、5 YR 3/6, 膜状、点状斑含む、強中

Soil type	Region	Soil No.	Horizon	rd	e	Vs	Vw	Vs	rs		
Andosol	West	+	4-1 Apg	61.7	2.73	23.5	58.5	18.0	2.63		
			-2 Bg								
			-3 IIBCg								
				15-1	A1	52.7	4.00	20.0	40.0	40.0	2.64
				-2	A B	57.2	3.27	23.4	56.5	20.1	2.44
				-3	IIABb	49.3	4.05	19.8	61.5	18.7	2.49
				-4	IIIAb	35.5	5.75	14.8	58.5	26.7	2.40
		-5	IIIBb	41.4	5.66	15.0	61.0	24.0	2.76		
		-6	IVAb								
		-7	IVB								
Mediterranean	East	41-1	Apg	117.2	1.36	42.3	50.5	7.2	2.77		
		-2	A12	123.6	1.09	47.9	48.0	4.1	2.58		
		-3	C1g	110.6	1.43	41.2	52.0	6.8	2.68		
		-4	C2g	110.3	1.32	43.1	53.5	3.4	2.56		
Regosol	Middle	27-1	Apg	117.7	1.14	46.6	53.0	0.4	2.53		
		-2	C1g	133.9	0.95	51.4	46.5	2.1	2.61		
		-3	C2g	117.1	1.13	46.9	51.0	2.1	2.50		
		-4	C3g	95.7	1.68	37.3	59.5	3.2	2.57		
Regosol	East	37-1	Apg	135.5	1.04	49.0	35.5	15.5	2.72		
		-2	Bg	150.2	0.87	53.5	34.0	12.5	2.81		
		-3	C1								
		-4	IIC2	137.3	1.20	45.5	19.0	35.5	3.02		
		-5	IIIC3	120.4	1.50	40.0	23.0	37.0	3.01		
			-6	IIIC4	130.7	1.27	44.4	34.0	22.0	2.97	
			39-1	Apg	117.5	1.11	47.3	48.5	4.2	2.48	
			-2	C1g	137.5	0.82	55.0	42.5	2.5	2.50	
			-3	C2g	139.5	0.81	53.4	40.0	4.6	2.52	
			-4	C3							
			42-1	Apg	97.5	1.72	36.7	54.5	8.8	2.66	
		-2	A12g	112.4	1.35	42.5	51.0	6.5	2.54		
		-3	Bg	108.8	1.44	41.0	52.5	6.5	2.65		
		-4	BC1g	111.5	1.39	41.9	53.0	5.1	2.66		
		-5	IIBC2g	108.4	1.40	41.6	51.0	7.4	2.61		
Planosol	West	7-1	Apg	149.7	0.57	63.6	29.5	6.9	2.35		
		-2	B1g	176.2	0.42	70.3	23.5	6.2	2.51		
		-3	BC1g	163.4	0.50	66.7	22.0	11.3	2.45		
		-4	BC2g	139.0	0.79	56.0	38.0	6.0	2.48		
		-5	Cg	112.6	1.22	45.0	29.0	26.0	2.50		
Red Yellow Podzolic	West	8-1	Apg	156.0	0.63	61.5	34.5	4.0	2.54		
		-2	A12g	161.9	0.63	61.5	34.5	4.0	2.63		
		-3	C1g	147.4	0.80	55.5	37.5	7.0	2.66		
		-4	C2g	134.3	0.96	51.1	37.5	11.4	2.63		
		-5	C3g	146.0	0.84	54.3	38.5	7.2	2.69		

注: +印は調査時に湛水状態もしくはそれに近い状態にあった土壌を示す。



写真—1 Grumusol (IN 31) の表面にみられる粒状構造

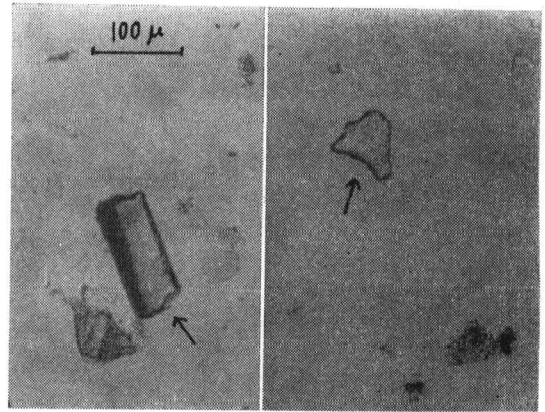
表—2 容積重, 孔隙比の土壌型毎の平均値と標準偏差

	$\bar{r}d \pm \sigma$	$\bar{e} \pm \sigma$
Andosol	49.6 ± 9.8 n=6	4.24 ± 1.23 n=6
Grumusol	95.9 ± 11.1 n=17	1.77 ± 0.31 n=17
Alluvial	103.8 ± 15.1 n=27	1.65 ± 0.45 n=27
Latosol	106.2 ± 19.6 n=27	1.52 ± 0.44 n=21
Mediterranean	115.4 ± 6.3 n=4	1.30 ± 0.15 n=4
Regosol	121.9 ± 15.6 n=17	1.23 ± 0.28 n=17
Planosol	148.2 ± 24.3 n=5	0.70 ± 0.32 n=5
Red Yellow Podzolic	149.1 ± 12.2 n=5	0.77 ± 0.14 n=5

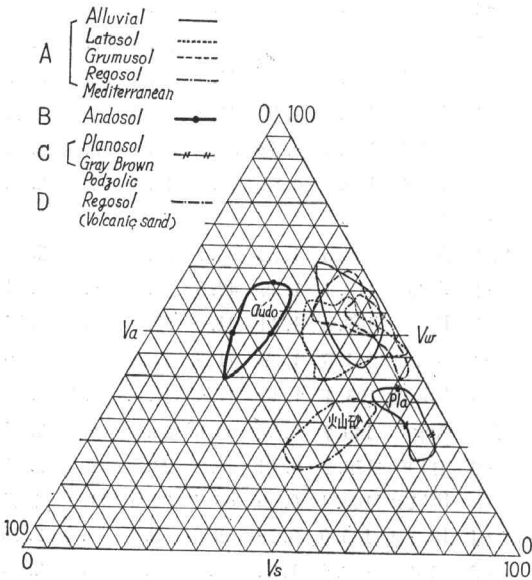
III_C, 77~110+ 5YR 3/3 (潤) LiC, 弱—中小塊のまわりに粘土被膜, 粗鬆,

試掘水田の畦は約70cmの高さで, 隣接する下位の水田にはこの盤層はない。ききとりでは, より高位置の水田にはより深い部分にこの盤層が現われる由, したがってこの盤層は現在の地表面の形成される前に作られ, その後の侵蝕過程で低い位置のものは削り去られたと推定される。

細砂中の一次鉱物組成からみて各層の母材は類似している。また各層に植物起源と思われるオパール(写真—2)



写真—2 IN44-5 細砂中のプラチンオパール



図—1 土壌型と三相分佈

角塊のまわりに10YR 5/1 粘土被膜, 堅密,
 C₁ 30~70 7.5YR 3/3(湿) LiC, 中小—中塊のまわりに粘土被膜, 粗鬆,
 II_C 2 70~77 10YR 4/3 (乾), 多孔質ですこぶる堅 (硬度計の読み>30mm) padas 層

が多量に存在し, その量はむしろ下層で増加する。padas 層の土壌薄片を観察すると, 軽石, 少量のスコリアもあり, 多孔質で, 孔隙を埋めて, または孔隙の内壁に黄褐色の粘土被膜が存在し, クロソニコルでなできるように消光する (写真—3)。他の層に比べて骨格粒子の質, 量に差はないが padas 層以外の層では sesquan の発達が著しい。

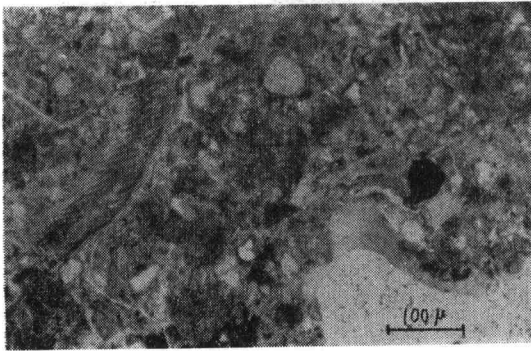
この盤層の生成について推察すると, 未固結の母材が地表風化をうけ, その上に新しい母材が堆積するサイクルの中で, 結合物質の濃縮をもたらす環境時に次表層にあった層位に盤層が生成したものと考えられる。

a-(ii) IN 26-4

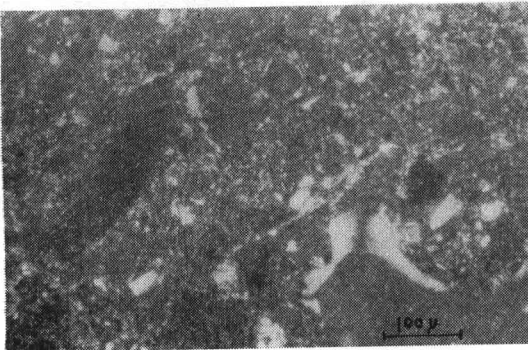
位置: Kotagede, Bantul, Daerah Istimewa, Jogjakarta.
 地形と母材: Merapi 火山の南側山麓崩積斜面, 新第四紀火山噴出物, 海拔160m.
 土壌図上の土壌型: 塩基性~中性火成岩に由来する傾斜地~山地上の Regosol.

断面形態:

- Apg 0~12cm 2.5Y4/1 (潤) SCL.
- ABg 12~15 2.5Y5/1 (湿~潤) SCL, 5YR4/8 糸根状斑富む。粗鬆,
- Bg 15~24 7.5YR4/1 (湿~潤) LiC, 小—大風



写真—3 厚い粘土被膜と小動物遺体
(a) IN44-5 土壌薄片11ニコル



(b) 同 ニコル (100×)

- 化岩片含む、糸根状、膜状 Mn 斑富む、細孔富む、粗鬆。
- C1g 24~56 7.5YR6/6SL と 10YR4/1 (湿) SLのモザイク、風化岩片包入、橙色の部分がすこぶる堅、padas 層
- C2g 56~74 7.5Y4/4 LiC と 7.5YR5/1 (湿~潤) LiC のモザイク、小斑点状、糸根状 Mn 斑富む。弱~中小角塊のまわりに厚い粘土被膜、多孔質、堅、
- C3g 74~90 7.5YR3/4 (湿~潤) CL、小斑点状、膜状 Mn 斑富む。Mn コンクリーション富む。強中~大角塊のまわりに粘土被膜、多孔質、すこぶる堅。
- C4g 90~100+ 7.5YR4/4 (湿~潤) LiC、Mn コンクリーションおよび結塊あり、中中塊のまわりに粘土被膜、粘鬆。

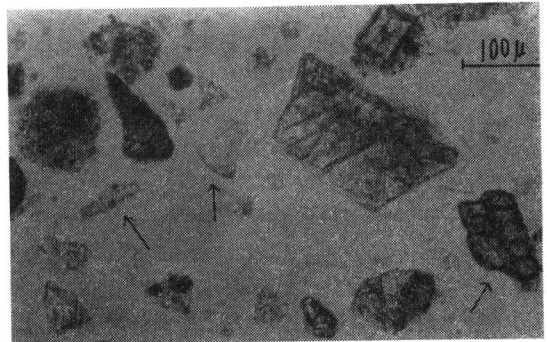
第4層の padas 層が、この地点より高所では浅い所に、低所ではより深いところに出現するそうだが、ほぼ現在の地表面に沿って分布し、地形も IN 44 の場合程は開析されていない。鉱物組成は斜長石、輝石を主とし、それにここでも植物珪酸体(写真—4)がかなり含まれている。母材の Merapi 火山噴出物は普通輝石型 (Mohr

& van Baren, 1954) である。

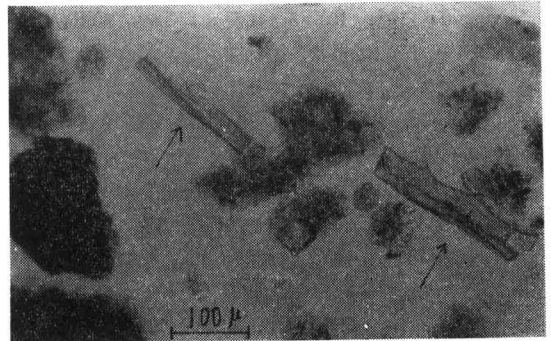
Padas 層の土壌薄片を観察すると、新鮮な斜長石、輝石、少量のスコリアなどの骨格粒子が intertextic fabric を示し、凝集的暗褐色の基地中に円形~長方形の複屈折の低い argisesquan が多く見られる。これらは一次粒子の *in situ* の粘土化を示すものと思う。孔隙壁面には sesquan の発達が見られる。(写真—4)これらの諸特徴は IN44 padas 層に比べて若いものであることを示す。

b-(i) IN29-3

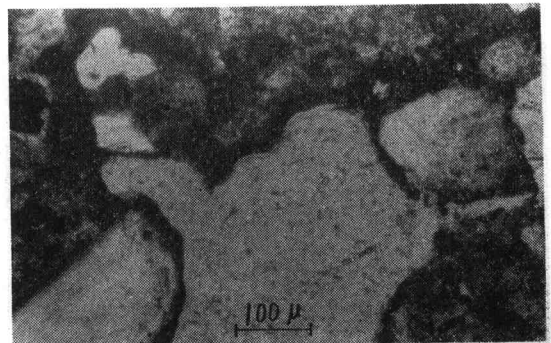
位置 : Sasik Madu, Karanganyar, Central Java.



写真—4 (a) IN26-4 細砂中のプラントオパール



(b) //



(c) IN26-4 土壌薄片11ニコル
厚い sesquan (100×)

地形と母材：Lawu 火山の南側山麓崩積性緩傾斜地，
新期～旧期第四紀火山噴出物，
土壤図上の土壤型：塩基性～中性火成岩に由来する山
地上の Mediterranean, Grumusol. この試坑は
Reddish Brown Mediterranean.

断面形態：

- Apg 0～17cm 10YR4/2.5 (湿～潤) LiC,
7.5YR4/6～5YR4/8 の糸根状，膜状
斑含む。
- C1g 17～37 7.5YR4/3 (湿) LiC, Mn 斑富む。
Fe-Mn コンクリーション含む，堅
密，
- II C2g 37～80 + 7.5Y4/1 (湿) HC, 5YR4/6～7.5YR
5/1の風化岩片含むないし富む。中中
角塊のまわりに粘土被膜，粗鬆でや
や堅， padas 層

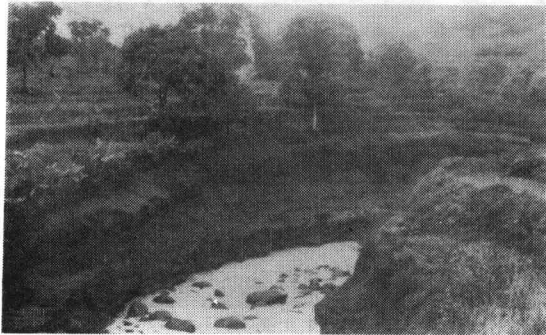
b-(ii) IN39-4

位置：Modjosari, Modjosari, Modjokerto, East Java.
地形と母材：Ardjuno 火山の北側山麓緩傾斜地，未詳
ないし新第四紀火山噴出物，海拔約100m
土壤図上の土壤型：塩基性～中性火成岩に由来する傾
斜地～山地上の Regosol.

断面形態：

- Apg 0～13cm 10YR5/1 (潤) LiC, 7.5YR4/6 糸
根状，膜状斑含む，Mn コンクリ
ーションあり。
- C1g 13～33 10YR4/1 (湿～潤) LiC, 糸根状，膜
状 Mn 斑含む，Mn コンクリーショ
ンあり～含む，弱一中中一大塊のま
わりに粘土被膜，粗鬆，
- C2g 33～55 10YR4/1 (湿) LiC, 風化礫あり～含
む，その他同上。
- C3 55～80+ 7.5YR4/4, 固結泥流ないし角礫岩の
風化層，すこぶる堅密， padas 層。

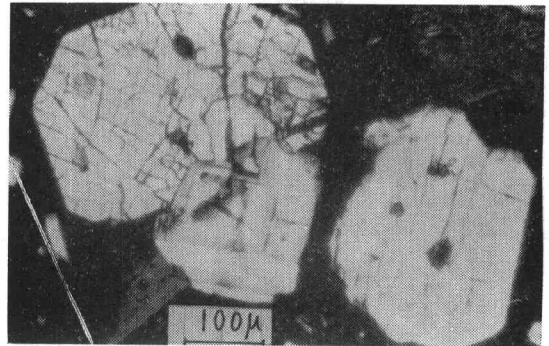
Kendeng 丘陵地帯の南側，Surakarta～Madiun～Ked-



写真—5 IN29 付近にみられる安山岩質角レキ岩の基盤



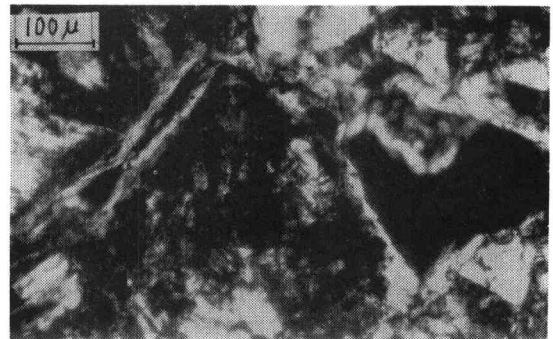
写真—6 (a) IN39-4 土壤薄片11=ニコル



(b) 同、ニコル (100×)



写真—7 (a) IN29-3 土壤薄片11=ニコル



(b) 同 ニコル孔隙周辺の ferri-
ragillan と R_2O_3 の集積 (100×)

iri~Malang 周辺には lahars (固結泥流堆積物ないし安山岩質角礫岩) が厚く層状をなして現在の地形の基盤を形成している。それらの地層の形成期はこの地域では洪積世下部、洪積世上部の 2 回が報告されている (The Geological Survey of Indonesia, 1961) が、1919年の Kelud 火山の爆発について Kemmerling (1921) が述べているような最近のものも山麓近くでは含まれてこよう。この lahars あるいはその風化層はもちろん非常に硬く、その出現深度が農耕地の範囲、肥沃度を限定するだろう。

写真-5 は IN29 付近に見られる開析地形で、この地域の基盤をなしている lahars が深い谷によって開析されている。

Lahars の組織は IN39-4 の新鮮な部分にみられる組織 (写真-6) に似ていよう。主として繊維状ガラスおよび微小な拍子木状斜長石から成る基地中に普通輝石、斜長石、角閃石などの斑晶が存在する。

IN29-3 (写真-7) は IN39-4 に比べて風化が進み、 10μ 位の glaebules が多数あり、孔隙や ped 表面には ferri-argillan, sesquan が発達している。

(2) 段丘上の密充填による padas 層

(i) IN 7-2

位置 : Kradilan, Serang, West Java.

地形と母材 : やや開析された侵蝕段丘上の平坦地、鮮新世堆積相、海拔15m

土壌図上の土壌型 : 砂岩、酸性火成岩に由来する傾斜地~山地上の Red-Yellow Podzolic. この試坑は Planosol.

断面形態 :

- | | |
|------------|--|
| Apg 0~11cm | 2.5Y5.5/1 (湿~潤) SCL, 7.5YR5/8 糸根状斑含む, Feコンクリーション含む。 |
| B1g 11~17 | 10YR4/1(湿) SCL, 5YR4/6雲状斑含む, 雲状 Mn 斑含む。すこぶる堅密, padas 層 |
| BC1g 17~36 | 10YR4/1(湿) HC, 7.5YR5/8 雲状斑含む, Fe コンクリーションあり, すこぶる堅密。 |
| BC2g 36~55 | 10YR5/1(半乾) HC, 10YR4/6雲状斑含む, Fe コンクリーションあり, 堅密。 |
| Cg 55~80+ | 5Y8/2 と 2.5YR6/6(半乾) SCLないし SiL, 亀裂表面に5YR4/8 膜状斑, すこぶる堅密, padas 層。 |

(ii) IN 8

位置 : Lamahabang, Bekasi, West Java.

地形と母材 : 洪積段丘上の平坦面, 洪積期火山噴出物, 海拔20m

土壌図上の土壌型 : 酸性堆積岩に由来する波状地の Red-Yellow Podzolic.

断面形態 :

- | | |
|------------|---|
| Apg 0~12cm | 2.5Y5/2 (湿) SiCL, 7.5YR6/8膜状, 糸根状斑含む, 粗鬆。 |
| A12g 12~19 | 2.5Y5/2(湿) SiC, 5YR4/8 糸根状斑富む, 弱大塊, 粗鬆でやや堅密。 |
| C1g 19~43 | 2.5Y6/2と7.5YR4/6 (湿) SiC の粗いモザイク, Fe コンクリーション |

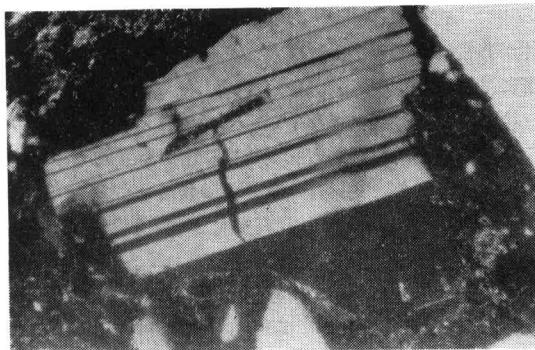
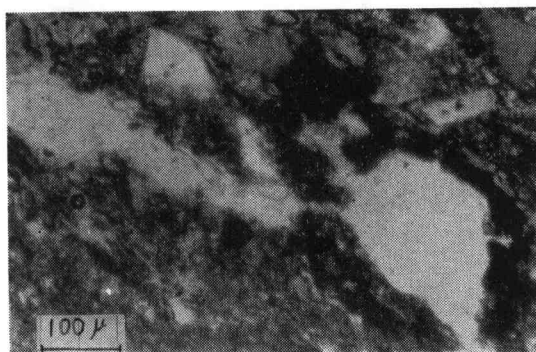
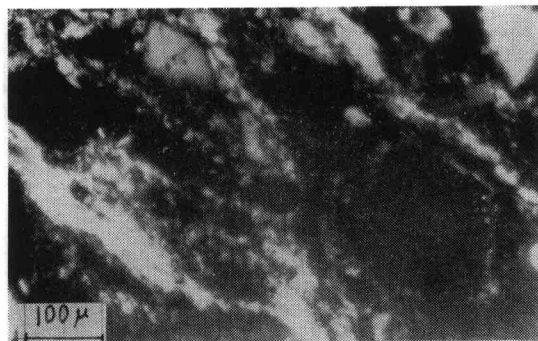


写真-3 (a) IN7-2 土壌薄片+ニコル
ガラス質の基地と新鮮な斜長石粒子



(b) 同 ニコル



(c) ニコル基地中の argillan と孔隙周辺の sesquan(100x)

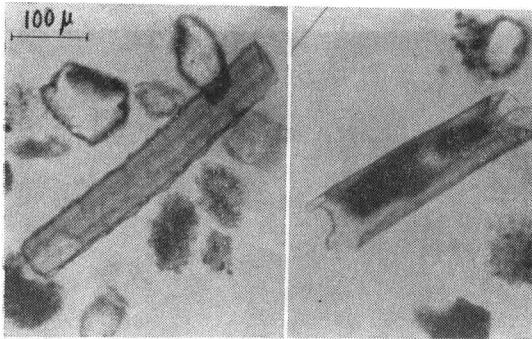
あり、弱一中中塊のまわりに粘土被膜、粗鬆でやや堅密。

C2g 43~65 2.5Y6/2 と 7.5YR4/6~5YR4/8(湿)
HC のモザイク、Fe コンクリー
ションあり、弱一中中塊のまわりに粘
土被膜、粗鬆でやや堅密。

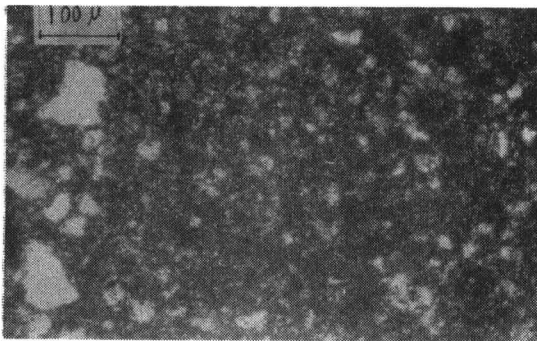
C3g 65~100+ 2.5Y6/2 と 2.5YR4/8(湿)HC のモ
ザイク、Feコンクリーションあり、
中小塊のまわりに粘土被膜、すこぶ
る粗鬆。

IN-7, 8, はともに容積重150前後で非常に硬い。IN 8
の場合は特別に padas 層があるわけではないが土層全
体が非常に堅密である。またこれらの土壤の分布する地
帯には瓦を焼く小工場が多い。

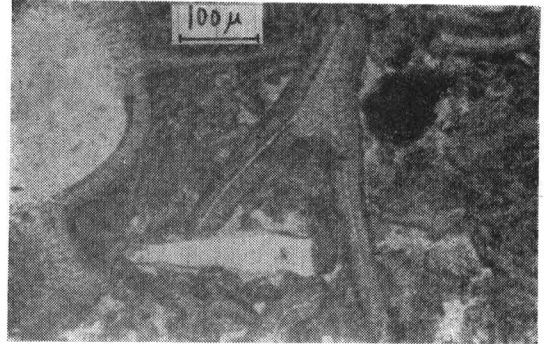
IN 7-2 の土壤薄片を観察すると(写真一8), 微小なガ
ラス質粒子と斜長石から成る非常に密な解膠的基地の中
に、新鮮な大きい斜長石の斑晶が多数あり、大きい glae-
bules (max. ϕ 3mm), 植物珪酸体が含まれる。孔隙周
辺には argillan, argi-sesquan が見られる。大きい鉄コ
ンクリーションの内部には斜長石粒子が包入されている
場合がある。全体としては aseptic plasmic fabric を示
す。



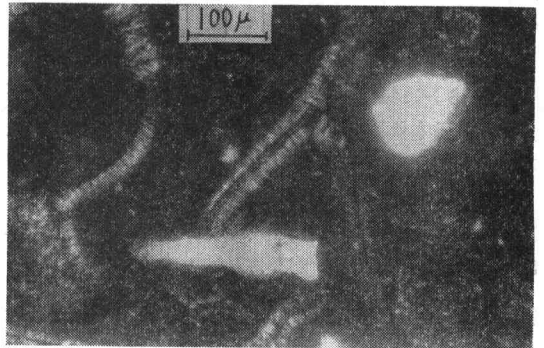
写真一9 (a) IN8-4 細砂中の珪化木破片(右)と
プラントオパール(左)



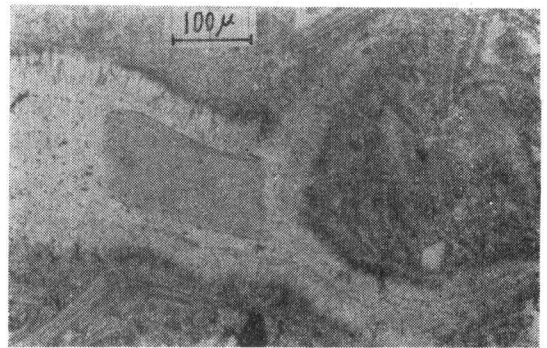
(b) 8-2 土壤薄片+ニコル aseptic
plasmic fabric(100×)



写真一10 IN7-padas 土壤薄片
(a) 11ニコル



(b) 同上+ニコル



(c) 同11ニコル 微化石の集積(100×)

IN 8 の土壤薄片(写真一9)はシルトの密に充填した解
膠的基地を示し、aseptic である。孔隙周辺には遊離酸化
物の集積がみられるが複雑折は非常に低い。細砂中には
全層に植物珪酸体と珪化木の破片の如きもの(写真一9)
がみとめられる。

微細構造上のこれらの諸特徴は、これらの土層が水中
で厚く堆積し隆起後侵蝕をうけ、現在の土層は比較的最近
になって地表風化をうけることとなったものと推察せしめる。

(3)珪酸質ないし石灰質微化石集合層

IN 7-5 の容積重は比較的小さいが硬い、またこの試

表-3 細砂中の一次鉱物組成

Soil No.	Qu	Or	Pl	Bi	Mu	VG	PO	Weathered	Au	Hy	Am	Ol	OM	UD			
44-1	5	4	21	4	4	6	5	41	89	3	1	2	+	4	1	11	
-3	1	4	21		1	6	18	39	90	3	+	1	+	4	1	10	
-5			17				2	19	95	1	+	1	+	2	1	5	
-6	1	2	22	4	1	4	23	24	81	3	1	3	+	10	2	19	
26-1		10	47				3	2	20	82	11	2	2	1	1	1	18
-2									86	7	1	2	1	2	1	14	
-4		13	45					5	17	80	10	2	2	1	3	2	20
-5									84	10	2	2	+	1	2	16	
-6		3	43					21	21	88	6	1	2	+	2	1	12
29-1	3	1	38	2	1	4	5	16	70	7	4	10	1	6	2	30	
-3	8	1	25	4	1	4	7	29	80	7	5	3	1	3	1	20	
39-1	1	34	29		1	+	2	28	95	1	1	1	+	1	+	5	
-3	1	13	37				1	1	*39	92	2	2	3		1	8	
-4		17	13						*60	90	5	2	1		2	+	10
7-1	3		73		1	13	8		98	+	+			2	+	2	
-5									98	+	+	1		1	+	2	

Notes : Qu-Quartz Or-Alkali feldspar Bi-Biotite Mu-Muscovite
 VG-Volcanic glass PO-Plant opal
 Au-Augite Hy-Hypersthebe Am-Amphibole
 Ol-Olivine OM-Opaque minerals UD-Undetermined

* 印を附したものは非晶質石基が附着して固定でもないものを指し、必ずしも風化してはいない。

坑の近くの切りわりに第5層の下部に連続していると思われる非常に硬い padas 層がある。IN 7-5 および下部の padas 層の土壌薄片を観察すると写真10に示す微化石がびっしりとつまっている。両層とも微化石とガラス質火山灰の混合したものの如くである。

Stratigraphic Lexicon of Indonesia (1961) によると、この試坑地点の南には海緑石と砂を含む泥灰岩、ときとして凝灰質で厚さ 200mの鮮新世の地層がひろがっており、それには軟体動物、うに、さんご、小有孔虫の化石を大量に含むことが報告されている。またこの地層の下には珪化木を多量に含む中新世の地層が報告されている。

薄片にみられる微化石を同定するには至っていないが、報告されている化石群の一部と考えていいようである。

したがって、勿論表層には最近の堆積物をかぶっているだろうが、少なくとも第2層以下は鮮新世の地層の侵蝕面の可能性が高い。地表面での風化の年代そのものは比較的短いために古さを示す微細構造上の特徴が現われて

いないと推定される。こう考える場合、これらの土壌にある鉄コンクリーションは現在の条件下での生成物でなく、地質的な堆積遺物と考えられよう。

IV おわりに

以上に述べた盤層のうちで最も興味があるのは IN44-5, IN26-4 のような、Latosol, Regosol の断面中に見られるうすい盤層であろう。これに類似していると思われる盤層を Dudal & Soepraptohardjo (1960) が報告しているが、それは Andosol の断面中 40cm~1m の深さに 20cm程の厚さを持ち、ほぼ地表面に沿っている。これらの接着剤は遊離の珪酸や珪酸塩であろうと想定されるが、現在の中部、東部ジャワの気候条件下で接着剤の濃縮をもたらすことが可能か問題である。このような盤層の分布をあきらかにすることがその生成を知る上でも、また地形発達史をたどる上でも重要であろう。

また、IN7のような鮮新世堆積物の侵蝕面は西部ジャワではかなり広い面積を占めると推定される。

文 献

Dudal, R. & Soepraptohardjo, M. 1957 : Soil classification in Indonesia. Pemb. Balai Besar Penj. Pert. No. 147. 10.

————— & —————. 1960 : Some considerations on the genetic relationships between Lato soils and Andossols in Java (Indonesia). Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci., vol. IV, 229.

The Geological Survey of Indonesia. 1931 : The stratigraphic Lexcon of Indonesia. Tex Tand Atlas.

—————. 1963 : Geological Map of Djawa and Madura. 1 : 500,000

Kemmerling, G. L. L. 1921 : De uitbarsting van den G.Kelset in den nacht van den 19 den op den 20 sten

Mei 1919. Vulk. Meded. Dienst Mijnw., Nr. 2, 120. cited in Mohr & van Baren, 1954 : Tropical Soils, pp 223~228.

松井 健, 1958 : インドネシアの土壤調査と土壤分類, パドログリスト 2, No. 1, 21.

美園 繁, 1962 : 容積法と土壤の物理性, 土肥誌 33, 48.

Mohr, E. C. J. & van Baren, F. A. 1954 : Tropical Soils pp. 301~342, pp. 212~254.

Les Editions A Manteau S. A.—Bruxelles.

Suprptohardjo, M., Sahertian, D. Z., Dudal, R. (compiled by) & Jahja, H (supervised by). 1950 : Exploratory Soil Map of Java and Madura. 1 : 1,000,000.

土 粒 子

肥料の効果と土壤の物理性

肥料の効果に関連する土壤の物理性について日頃感じていること、経験したことなど、2, 3, 書いてみたいと思います。散漫な点をご容赦ねがいます。

土壤中の養分の根の表面への移動を考える場合、土壤の物理性は極めて大きい意味をもちます。養分の移動の機構には次の三つがあります。第一は水の動きによる可溶性養分の移動です。重力水による移動もありますが、作物の養分吸収の点からは、作物の蒸散に応ずる根の吸水によって土壤水分が根の方向へ移動する作用が重要だと思われれます。第二には水の動きのない状態でもおこる拡散移動、第三は作物根の伸長による養分への接近、接触です。この場合には可動性の小さいりん酸などや難溶性成分でも吸収されるわけです。実際の養分吸収においてこれら三つの機構がそれぞれ、どの程度の役割をはたすかは条件により異なりますし、必ずしも明らかにされているわけではありません。とうもろこしについてのある試算によりますと、根の占める容積は作土の3%程度だそうです。施肥位置や土壤肥沃度、あるいは作物の根系によってことなりますから一概にはいえませんが、根と養分の直接の接触は限られた範囲でしか期待できないでしょう。養分の移動に大きい意味をもつ土壤溶液の根への移動にしても養分の拡散にしても、移動する養分量は土壤中の水分量と密接な関係をもちます。また、その移動経路は土壤粒子の表面形態に大きく支配されます。耕起あるいは土壤の圧縮、客土などの処理は、土壤の水分量と共に土壤粒子の表面形状を変えることから、養分の移動性さらに肥効の発現にも大きい影響をおよぼすことになります。ある土壤(SiL)についての測定によりますと大豆に対するCa、Mgの供給は根の吸水にともなう土壤溶液の根への移動が最も大きな役割を占めていましたが、これに砂を混ぜると砂の割合が増すにつれて拡散の役割が大きくなったということです。一方、Kの供給は水による動きより拡散の役割が大きいことが示されています。多くの作物はCaよりKを多く吸収しますが、土壤溶液中の濃度はCaがKより高いのが普通ですから、土壤溶液の移動だけでは供給のバランスがとれないおそれもあり、拡散への依存度は高くなります。

微量元素でも移動性は大きい問題ですが、畑状態では、Fe、Mn、Znの移動には拡散作用が重要であり、B、Cu、Alなどでは水の動きの役割が大きいと報告されています。拡散や土壤水分にともなう養分の動きについては今後に残された問題がありそうです。特に根に近い小範囲での土壤の物理性、根圏の物理性といったものの追求が必要だと思われれます。

多量に施した肥料の周辺の水の動きも興味ある問題でしょう。肥料の溶解や和水分などの性質によるのでしょうか、肥料の近くの水の状態は肥料の種類によっても違うようです。硝安と硫酸を当量で添加して比較した場合、同一水分でも土壤の流動性に大きい差の出た経験があります。液性限界の水分値にはかなりの差がありました。

雨や灌水の下層への浸透は肥料の流亡問題が中心に考えられます。溶脱抵抗性のある肥料が肥料の品質改良の一つの目標になり、難溶化や溶出速度のコントロールが考えられていますが、以前、火山灰畑での試験で液肥の方がそれと同一形態の粒状肥料より溶脱が少なかった経験があります。冬でしたが、表層土壤の無機態Nには3か月にもわたって大きい差がありました。肥料成分の土壤粒子との反応の速さの差、団粒内外の肥料養分の動きの不均一性とでも考えればよいのでしょうか。

肥料の施用が土壤の物理性を変えることもあります。ただし、多くの場合、微生物、小動物その他生物相の働きを介した現象と考えられます。ある緩効性肥料の連用で土壤の透水性が増してきた例を見せてもらったことがあります。ハウス条件ですが、他の区で土壤表面に一ぱいに生えた緑藻がその区では全く見られませんでした。この場合、土壤微生物相にも変化が見られたということです。

現在では、すでに過去の肥料になっているはずの油かす、魚肥など有機質肥料が、どういふわけか最近、需要をまわっています。堆肥や生糞などいわゆる粗大有機物が併用されているのが普通ですから、昔からいわれているような土壤物理性への効果はそれ程大きく評価することはできませんが、有機質肥料を施すと土壤中の小動物の増加や肥料周囲のカビが目立つ場合があり、これ