

# 三重県の農耕地土壌に関する研究

(第3報) 土壌の物理性 特に水分特性について

米野泰滋\*・安田典夫\*・石川裕一\*・戸田敏一\*・大森瑩\*\*

Studies on Farming Soils in Mie Prefecture

III. For the physical characters, particularly water capacity of the soils

Taiji YONENO, Norio YASUDA, Hirokazu ISHIKAWA  
Koich TODA, Eiichi OMORI

## 緒言

三重県の農耕地土壌の実態について、筆者らは前報<sup>20)</sup>までに、土壌の種類、一般理化学性、生産力特性等について報告し、その基本的性格を明らかにしてきた。

ところで、近年、我が国の農業をとりまく諸情勢は、極めてきびしく、特に、水田利用の再編、畑作物の振興等の施策が、強く要請されるに至った。従来、三重県の農耕地土壌については、畑地かんがい等を実施するための基礎資料として、畑土壌について、若干の土壌水分調査が行われてきた。しかし、このような水田転作、土地利用方式の転換にあたっては、水田土壌についても、先ずそれぞれの土壌の物理性、なかでも水分特性についてその実態を明らかにしておくことが必要である。

そこで、1979年から開始された「土壌環境基礎調査」においては、従来の土壌調査では不十分であった、土壌水分特性についても調査を行うこととし、1982年までに県下の土壌について調査を完了し、その特徴を明らかにすることが出来た。<sup>10)</sup> また、さきに実施した地力保全基本調査の中で行った2~3の土壌水分関係の調査についても、併せて取りまとめを行ったので報告する。

## 調査方法

土壌環境基礎調査は、1979年から1982年にわたって実施し、調査方法は「土壌保全対策要綱」<sup>15)</sup>に定める方法により、県下の69ヶ所に調査定点を設置した。土壌の種類は15土壌統群で、水田42地点、普通畑8地点、樹園地19地点である。

土壌分析方法は、「土壌環境基礎調査における、土壌水質及び作物体分析法」<sup>16)</sup>によった。

## 調査結果及び考察

### 1. 土壌の物理性

土壌群別の物理性の調査結果を第1表に示した。県下に分布する土壌群は、第1報<sup>19)</sup>で報告したように12土壌群であり、この中、多湿黒ボク土、黒ボクグライ土、灰色低地土、グライ土は水田、岩屑土、砂丘未熟土、黒ボク土、褐色森林土、灰色台地土、赤色土、黄色土、褐色低地土が畑となっており、また、多湿黒ボク土の一部が畑、黄色土の一部は水田となっている。

#### (1) 三相分布、硬度

畑土壌の三相分布については、第1報に記したのと同様、砂丘未熟土は固相、気相が大きく、黒ボク土は液相が大で、仮比重は極めて小さい。また、赤黄色土は固相特に次層土の固相が大きく、気相は最も小さくなっている。

水田土壌についても、多湿黒ボク土は畑土壌と同様、固相が小さく、液相が大で、仮比重は小さい。灰色低地土、グライ土は固相が大で、また、液相も大きく、したがって気相は極めて小さい。

仮比重は土性によっても異なり、同一土壌群では粗粒質のものは大きく、細粒質では小さい傾向が認められる。畑土壌と比較すると、水田土壌は液相が大きく、気相は小であり、また、次層土は固相が著しく大きく、気相が極めて小さい特徴がみられる。

第1表 土壌群別物理性(平均値)

土 壤 群	層位	硬 度 mm	仮比重	三 相 分 布			孔隙率 %	腐 植 %
				固 相 %	液 相 %	気 相 %		
岩 屑 土	1	10.0	1.09	41.7	19.9	38.4	58.3	2.7
	2	24.0	1.46	58.3	26.7	15.0	41.7	1.3
砂 丘 未 熟 土	1	12.0	1.31	41.0	11.0	48.0	59.0	0.7
	2	15.0	1.36	43.1	13.5	43.5	57.0	0.7
黒 ボ ク 土 (表層多腐植質)	1	13.4	0.76	28.8	43.7	27.5	71.2	13.3
	2	15.9	0.77	28.1	42.3	29.6	71.9	12.8
多湿黒ボク土(表層質植質)	1	11.0	0.86	32.1	56.0	12.0	68.0	8.6
	2	17.0	0.93	35.6	55.0	9.0	64.5	8.1
黒ボクグライ土(腐植質)	1	10.0	1.24	48.1	43.4	8.5	51.9	3.2
	2	22.0	1.44	51.9	41.1	7.0	48.1	2.3
褐色森林土(中粗粒)	1	7.5	0.85	31.4	28.4	41.8	68.6	5.4
	2	16.0	1.28	47.4	22.1	30.5	52.6	0.4
灰色台地土(中粗粒)	1	12.0	1.19	44.6	34.5	20.9	55.5	1.7
	2	15.0	1.33	47.7	19.5	32.8	52.3	1.5
赤 色 土 (礫 質)	1	17.5	1.03	33.4	22.9	43.8	66.6	3.2
	2	20.5	1.23	42.9	30.3	26.9	57.2	1.2
黄 色 土 (細 粒)	1	12.8	0.94	32.2	30.2	37.7	67.9	4.5
	2	16.6	1.19	43.7	38.5	17.8	56.3	3.1
" (礫 質)	1	10.8	0.93	30.2	31.7	38.2	69.8	5.4
	2	23.0	1.25	45.4	33.6	21.0	54.6	1.4
" (細粒、斑紋)	1	12.0	1.16	43.1	40.4	16.5	57.0	3.4
	2	17.2	1.36	51.3	40.6	8.1	48.7	1.7
" (礫質、斑紋)	1	12.3	0.98	37.6	55.9	6.6	62.5	5.4
	2	18.8	1.09	41.2	52.3	6.6	58.9	4.4
褐色低地土(中粗粒)	1	9.0	1.14	39.6	17.7	42.8	60.4	2.4
	2	16.5	1.35	47.3	26.2	26.7	52.9	1.7
灰色低地土(細粒)	1	11.4	1.13	41.1	49.9	8.6	58.6	3.3
	2	18.1	1.34	49.6	44.2	6.2	50.5	2.8
" (中粗粒)	1	9.9	1.05	38.5	49.8	11.7	61.5	3.2
	2	20.4	1.41	52.0	41.7	6.4	48.1	2.0
グ ラ イ 土 (細 粒)	1	9.7	1.02	37.7	55.3	7.0	62.3	2.8
	2	18.9	1.33	49.5	45.4	5.1	50.5	2.2
" (中粗粒)	1	8.3	1.12	40.5	41.9	17.6	59.5	2.2
	2	17.3	1.44	52.8	40.2	5.9	47.3	1.6

土壌硬度については、水田の作土ではグライ土が最も小さく、黄色土はやや大きい傾向を示し、また次層土はどの土壌群も作土より硬度、仮比重ともに大きい値を示した。

#### (2) 飽和透水係数

透水係数については、砂丘未熟土は $10^{-2}$ のオーダーで最も大きく、次いで黒ボク土、褐色低地土、赤黄色土の順である。水田ではいずれも、 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ のオーダー

粒 径 組 成				土 壤 水 分 ( p F )			有効水分 ( p F 1.5 - p F 2.7 ) %	p F 1.5 の 空 気 率 %	飽和透水係数  cm/sec
粗 砂 %	細 砂 %	シルト %	粘 土 %	0 %	1.5 %	2.7 %			
26.1	41.9	16.6	15.4	53.0	28.5	21.0	7.4	29.8	$15 \times 10^{-2}$
25.3	27.5	21.9	25.3	41.7	30.4	27.1	3.3	11.3	$5.6 \times 10^{-3}$
69.9	20.5	4.6	5.0	32.8	23.4	11.6	11.8	35.7	$6.9 \times 10^{-3}$
66.6	24.7	4.1	4.6	32.3	25.2	12.3	12.9	31.8	$1.2 \times 10^{-2}$
17.9	28.3	29.0	24.8	65.3	55.4	41.3	14.1	15.8	$1.1 \times 10^{-2}$
17.2	31.0	30.5	21.2	63.3	53.0	39.1	13.9	18.9	$7.0 \times 10^{-3}$
8.0	35.0	33.6	23.4	63.8	59.3	52.8	6.8	8.7	$5.1 \times 10^{-4}$
9.3	36.8	30.8	23.1	61.5	58.5	52.6	6.0	6.0	$2.6 \times 10^{-5}$
20.9	40.0	25.5	13.6	53.6	47.7	41.7	6.0	4.3	$6.8 \times 10^{-5}$
25.7	37.9	25.1	11.6	48.3	44.6	39.8	4.9	3.5	$4.2 \times 10^{-6}$
42.5	39.4	11.8	6.3	61.0	40.1	25.2	14.9	24.9	$7.3 \times 10^{-3}$
48.0	41.1	9.1	1.8	54.4	42.5	30.8	11.7	17.0	$1.2 \times 10^{-3}$
35.7	21.5	19.1	23.8	51.0	37.6	33.5	4.1	17.9	$4.7 \times 10^{-3}$
50.3	26.0	10.2	13.4	39.5	23.6	15.8	7.8	28.8	$2.7 \times 10^{-4}$
31.1	25.0	20.7	23.2	52.3	31.6	24.0	7.6	35.1	$4.4 \times 10^{-3}$
32.5	19.8	18.5	29.3	45.4	32.6	28.5	4.2	24.6	$4.8 \times 10^{-4}$
15.3	26.5	28.2	30.0	56.4	41.5	29.2	12.4	26.4	$4.4 \times 10^{-3}$
13.5	24.9	25.9	35.7	52.3	43.9	37.4	6.5	15.3	$5.5 \times 10^{-4}$
28.1	26.5	24.8	20.5	54.4	40.3	30.2	10.1	29.5	$1.8 \times 10^{-2}$
26.2	28.8	22.4	24.7	48.7	38.8	31.5	7.3	15.9	$1.9 \times 10^{-3}$
21.9	30.7	24.1	23.4	51.8	43.9	37.3	6.6	13.1	$4.0 \times 10^{-4}$
16.7	26.7	25.2	31.3	46.7	43.0	39.5	3.4	5.3	$3.0 \times 10^{-5}$
16.6	30.0	26.7	26.7	59.9	56.4	50.1	6.3	5.3	$2.8 \times 10^{-4}$
12.7	32.0	28.7	26.6	55.9	52.4	47.8	4.6	6.4	$3.0 \times 10^{-5}$
39.6	40.2	10.5	7.3	44.3	34.4	15.7	18.7	26.1	$4.4 \times 10^{-3}$
37.3	44.3	9.9	8.6	44.0	38.4	21.6	16.9	14.5	$5.6 \times 10^{-4}$
20.4	37.7	23.4	18.5	56.1	51.0	43.8	7.2	7.6	$3.2 \times 10^{-5}$
19.3	37.2	24.2	19.3	49.5	45.9	41.9	3.9	12.6	$3.3 \times 10^{-6}$
21.2	42.3	19.4	17.1	59.0	51.0	40.7	10.8	10.5	$3.8 \times 10^{-4}$
22.7	42.4	18.9	14.6	47.2	43.5	39.0	4.4	4.6	$2.3 \times 10^{-5}$
18.1	37.8	24.8	19.4	60.6	56.1	46.9	9.2	6.2	$2.1 \times 10^{-5}$
20.7	37.6	25.3	18.4	50.4	47.0	42.7	4.3	3.0	$5.7 \times 10^{-6}$
36.3	34.7	18.3	10.7	53.3	44.4	35.7	8.7	15.1	$2.5 \times 10^{-4}$
38.3	32.5	17.7	11.5	45.5	41.8	36.6	5.2	5.5	$1.6 \times 10^{-5}$

を示し、黒ボク土や中粗粒質の土壌は、細粒質のものにくらべて、やや透水係数の大きいことが認められた。また、次層土の透水係数は、おおむね小さい傾向を示し、孔隙率特に、p F 1.5 の空気率との関連が認められた。

### (3) 土壌水分保持特性

土壌水分について、p F 0 を最大含水量、p F 1.5 を圃場含水量、p F 2.7 を毛管連絡切断点とし、p F 0 から p F 1.5 までの水分を重力水、p F 1.5 から 2.7 まで

を易有効水量、pF 2.7以上を難有効水量+非有効水分として区分すると、次のとおりである。

1) 重力水 (pF 0 - pF 1.5)

畑土壌では、作土は9~20%、次層土は5~15%の間であり、次層土は作土にくらべて少ない。水田土壌は、作土は4~9%、次層土は3%内外であり、畑にくらべて少ない。

2) 有効水分 (pF 1.5 - pF 2.7)

土壌環境基礎調査では、pF 1.5から2.7までの易有効水量を、有効水分として表示している。これにしたがうと、畑土壌の有効水分は、黒ボク土、褐色森林土、褐色低地土が多く、岩屑土、灰色台地土、赤黄色土はいずれも少ない。水田土壌は畑土壌にくらべて、いずれも少

なく、また、次層土は作土にくらべ、より少なく、腐植、気相、孔隙率と密接な関連が認められた。しかし、土性との関係は明らかでなかった。

3) 非有効水分 (pF 2.7以上)

ここではpF 2.7以上を一括し、非有効水分として表示すると、畑土壌では、粗粒質の砂丘未熟土、褐色森林土、褐色低地土等が少なく、黒ボク土は多い。また、赤黄色土は下層が多い傾向がある。水田土壌は全体に多く、作土、次層土の差も小さい。また粗粒質のものは、少ない傾向が認められた。

(4) 畑土壌の水分特性

畑土壌の土壌水分特性については、第2、第3表に示した。

第2表 畑地代表土壌の土壌水分特性 ① (代表地点)

土 壤 群	層位	仮比重	腐植 %	粒 径 組 成				土 壤 水 分 (pF)							有効水分 (pF1.5 -pF3.8) %	圃 場 容水量 %	圃場容水量 に相当 するpF値 %	備 考 調 査 地 点
				粗砂 %	細砂 %	シルト %	粘土 %	0 %	1.5 %	2.0 %	2.7 %	3.0 %	3.8 %	4.2 %				
砂丘未熟土	1	-	1.9	60.0	21.3	10.0	8.7	4.95	2.78	-	-	-	9.7	-	1.81	-	-	河芸町上野
	2	-	0.7	57.8	20.9	9.7	11.6	5.06	2.29	-	-	-	8.8	-	1.41	-	-	
黒ボク土 (表層多腐植質)	1	0.57	17.7	8.5	28.8	3.57	27.0	6.81	5.49	5.20	3.56	3.23	2.29	-	3.20	5.47	1.6	津市高野尾
	2	0.61	17.0	8.5	28.7	3.74	25.4	6.66	5.87	5.55	4.39	3.44	2.87	-	3.00	5.82	1.6	
	3	0.82	1.3	10.9	18.4	4.21	28.6	6.35	6.04	5.55	4.86	4.41	3.40	-	2.64	5.71	1.8	
カ (表層腐植質)	1	-	6.3	14.0	3.26	3.14	2.20	7.25	3.92	3.33	2.56	-	1.57	1.24	2.35	3.09	2.2	鈴鹿市石染師
	2	-	7.2	11.8	3.50	3.47	1.85	6.65	6.04	5.13	4.08	-	3.12	2.63	2.92	4.32	2.5	
	3	-	1.2	11.9	1.59	2.28	4.94	5.60	4.46	4.30	3.83	-	3.05	2.58	1.41	3.93	2.5	
赤 色 土	1	1.19	2.4	2.62	2.82	2.12	2.44	4.52	3.41	3.16	-	2.64	2.22	-	1.19	3.42	1.5	安濃町安濃
	2	1.50	1.6	2.71	2.92	1.64	2.73	3.81	3.45	3.27	-	2.96	2.72	-	7.3	3.38	1.7	
	3	1.41	0.6	1.67	1.62	1.42	5.29	4.61	4.46	4.40	-	4.19	4.06	-	4.0	4.32	2.4	
黄 色 土	1	-	1.9	3.32	2.92	1.58	2.18	5.16	3.00	2.69	2.45	-	1.57	1.28	1.43	2.77	1.8	東員町長深
	2	-	1.0	1.34	1.05	2.01	5.60	4.98	4.92	4.51	4.15	-	3.52	3.23	1.40	4.11	2.8	
褐色低地土	1	0.96	3.7	2.64	3.80	1.78	1.78	5.33	3.99	3.40	3.00	2.61	2.02	-	1.97	3.38	2.1	芸濃町椋本
	2	1.05	3.5	3.10	3.17	1.80	1.93	4.98	4.28	3.85	3.28	2.92	2.03	-	2.25	3.84	2.0	

第3表 畑地代表土壌の土壌水分特性② (平均値)

土 壤 群	層位	腐植 %	土 壤 水 分 (pF)			有効水分 (pF1.5 -pF3.8) %
			0 %	1.5 %	3.8 %	
岩 屑 土	1	1.3	5.69	4.15	2.61	1.54
	2	0.8	5.42	3.76	2.36	1.41
砂丘未熟土	1	3.4	4.87	2.50	8.2	1.68
	2	5.6	5.27	2.40	9.7	1.43
黒ボク土 (表層多腐植質)	1	14.9	7.17	4.54	2.04	2.50
	2	18.7	7.67	5.52	2.72	2.80
カ (表層腐植質)	1	9.2	7.27	4.56	2.18	2.39
	2	6.3	6.89	5.26	3.17	2.09
赤 色 土	1	2.2	5.74	3.37	1.84	1.53
	2	1.0	5.55	4.67	3.31	1.36
黄 色 土	1	2.1	5.81	3.00	1.70	1.30
	2	0.9	5.37	4.04	2.93	1.11
褐色低地土	1	1.6	5.37	3.40	9.5	2.46
	2	0.8	5.33	3.00	10.1	2.00

この場合の土壌水分の測定方法は、pF 1.5は砂柱法、pF 2.0から3.8までは遠心法であって、第1表の測定方法が、加圧板法によったものと違いがある。また、有効水分は、pF 1.5 - pF 3.8としたので、第1表のpF 1.5 - pF 2.7とは、かなりの差が認められる。しかし、全体としては、第1表と同様、黒ボク土、褐色低地土は有効水分が多く、砂丘未熟土、赤黄色土はいずれも保水力は小さい。

2 土壌の物理性の相関関係

土壌成分相互間の相関関係を、第4表に示した。

第4表 土壌成分の相関行列

土壌成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	硬 度	仮比重	固 相	液 相	気 相	孔隙率	腐 植	粗 砂	細 砂	シルト	粘 土	有 効 水分	pF1.5の 空気率	飽和透 水係数
1硬 度		0.15	0.16	-0.23	0.12	-0.16	0.11	-0.12	-0.04	0.12	0.11	-0.31	0.05	0.06
2仮 比 重	**		**	-0.22	-0.29	-0.95	-0.79	0.30	0.19	-0.41	-0.30	-0.39	-0.27	0.01
3固 相	**	**		-0.02	-0.49	-0.99	-0.69	0.15	0.26	-0.32	-0.22	-0.42	-0.50	0.02
4液 相	**	**	**		-0.86	0.02	0.20	-0.47	0.25	0.33	0.14	-0.38	-0.79	-0.03
5気 相	**	**	**	**		0.49	0.18	0.33	-0.35	-0.12	-0.01	0.54	0.94	0.01
6孔 隙 率	**	**	**	**	**		0.69	-0.15	-0.26	0.32	0.22	0.42	0.50	-0.02
7腐 植	**	**	**	**	**	**		-0.27	-0.30	0.46	0.31	0.30	0.08	0.01
8粗 砂	**	**	**	**	**	**	**		-0.14	-0.75	-0.64	0.16	0.37	-0.08
9細 砂	**	**	**	**	**	**	**	**		-0.37	-0.55	-0.17	-0.31	-0.06
10シ ル ト	**	**	**	**	**	**	**	**	**		0.59	-0.12	-0.15	0.07
11粘 土	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**		0.04	-0.07	0.11
12有 効 水分	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**		0.36	-0.09
13 pF1.5の 空気率	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**		0.01
14飽和透水係数	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

(注) 上段は作土 (n=61)、下段は次層土 (n=62) を示す。

\*\*1%水準 \*\*5%水準でそれぞれ有意。

特に水分特性として、有効水分、透水係数および、液相についてみると次のとおりである。

(1) 有効水分

作土については、全体に高い相関のあるものはないが、気相、孔隙率、腐植、pF1.5の空気率とは正の相関があり、硬度、仮比重、固相、液相と負の相関がみられる。

次層土は、気相と最も高い正の相関があり、次いで孔隙率、腐植、pF1.5の空気率、透水係数などとも、正の相関がみられる。

(2) 飽和透水係数

作土については、全く相関がみられない。次層土については、気相、孔隙率、pF1.5の空気率と正の相関があり、仮比重、固相、液相とは負の相関がみられる。

(3) 液 相

作土はシルトと正の相関があり、気相、粗砂、有効水分と負の相関がみられる。次層土は、腐植、シルトと正の相関があり、仮比重、気相、粗砂、透水係数と負の相関がみられた。

水田、畑土壌を一括して検討を行ったので、土壌成分相互間の関係が、やや不明瞭になった点もあり、特に作土は耕耘が行われて、硬度、透水係数など、全く相関の認められないものもある。しかし次層土では、土壌水分に関与する成分として考えられる、粒径組成、特に粗砂、シルト、腐植、仮比重、孔隙率などの相互関係が、本調査の場合でも、同様であることが認められた。

3. 土壌成分の主成分分析

土壌成分についての主成分分析を行い、各成分の平均値と因子負荷量を第5表に示した。

第5表 土壌成分の平均値と因子負荷量

土 壤 成 分	作 土					次 層 土				
	平均値	標 準 偏 差	因 子 負 荷 量			平均値	標 準 偏 差	因 子 負 荷 量		
			Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>			Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>
1.硬 度(%)	11.4	3.5	0.07	0.01	0.62	18.0	3.5	0.54	0.02	0.07
2.仮 比 重	1.0	0.2	0.89	-0.27	0.30	1.3	0.2	0.92	0.29	0.20
3.固 相(%)	37.6	7.3	0.94	-0.06	0.26	46.4	8.5	0.96	0.13	0.19
4.液 相(%)	43.7	12.6	0.17	0.86	-0.41	41.7	8.5	-0.05	-0.86	-0.37
5.気 相(%)	18.7	14.4	-0.63	-0.72	0.23	11.9	10.3	-0.75	0.60	0.14
6.孔 隙 率(%)	62.4	7.3	-0.94	0.06	-0.26	53.6	8.5	-0.96	-0.13	-0.19
7.腐 植(%)	4.5	3.4	-0.74	0.34	-0.08	3.4	3.7	-0.78	-0.32	-0.30
8.粗 砂(%)	22.0	12.2	0.18	-0.81	-0.21	21.3	13.2	0.14	0.82	-0.15
9.細 砂(%)	33.9	9.0	0.47	0.06	-0.55	33.8	10.2	0.39	0.07	-0.74
10.シ ル ト(%)	23.6	7.7	-0.42	0.69	0.37	23.5	8.5	-0.36	-0.79	0.25
11.粘 土(%)	20.4	8.2	-0.39	0.51	0.55	21.2	9.9	-0.29	-0.49	0.75
12.有 効 水 分(%)	9.4	4.2	-0.54	-0.37	-0.25	5.9	4.0	-0.69	0.42	-0.30
13. pF15の空気率(%)	14.1	10.2	-0.58	-0.71	0.18	8.7	8.1	-0.69	0.58	0.23
14.飽和透水係数 (cm/sec)	0.0	0.1	-0.01	0.06	0.29	0.0	0.0	-0.55	0.44	0.29
固 有 値			4.73	3.50	1.80			5.78	3.57	1.78
寄 与 率			33.8	25.0	12.8			41.3	25.5	12.7
累 積 寄 与 率			33.8	58.7	71.6			41.3	66.7	79.5

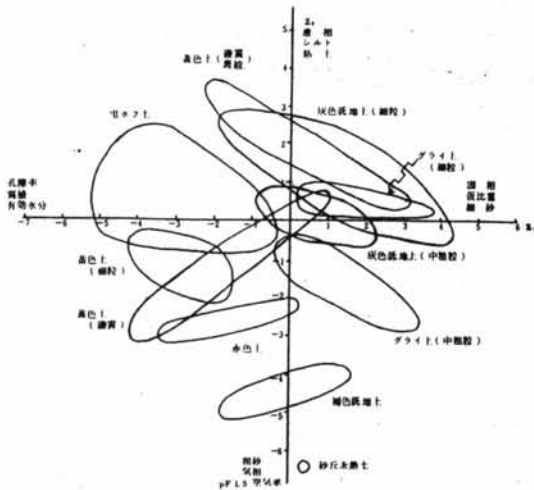
(1) 作 土

第1主成分の固有値の寄与率は33.8%、第2主成分は25.0%、第3主成分12.8%で、累積寄与率は71.6%となった。

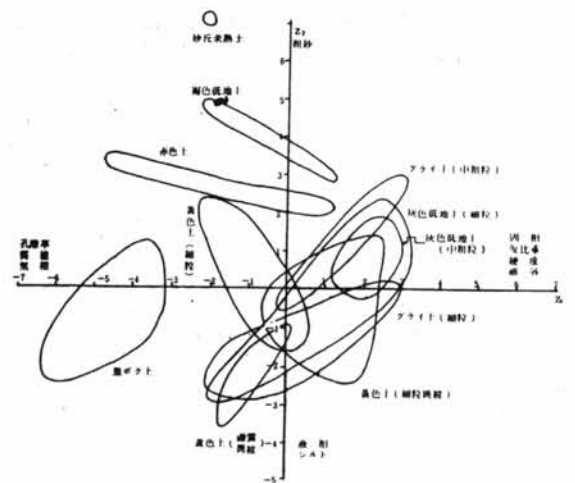
第1主成分(Z<sub>1</sub>)に対する、各土壌成分の因子負荷量をみると、正側に固相、仮比重、細砂、負側に孔隙率、

腐植、有効水分が位置する。第2主成分(Z<sub>2</sub>)は、正側に液相、シルト、粘土、負側に粗砂、気相、pF15の空気率が位置する。第3主成分(Z<sub>3</sub>)は、正側に硬度、粘土、負側に細砂、液相が位置する。

次に、Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>座標軸上に、土壌群別の主成分値をプロットしたものが、第1図である。



第1図 作土の土壌分布 (Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>)



第2図 次層土の土壌分布 (Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>)

これを見ると、水田土壌と畑土壌で大きく区分でき、水田土壌は概して、固相、仮比重、細砂の高い方へ分布し、畑土壌は孔隙率、腐植、有効水分の高い方へ分布している。

土壌の種類別にみると、黒ボク土は孔隙率、腐植、有効水分が高く、赤色土、黄色土は粗砂、気相、 $pF 1.5$ の空気率の高い方へ傾いている。灰色低地土（細粒）および黄色土（礫質、斑紋）は、液相、シルト、粘土が高く、グライ土は固相、仮比重、細砂が高い。褐色低地土、砂丘未熟土については、粗砂、気相、 $pF 1.5$ の空気率が高い。

#### (2) 次層土

第1主成分の固有値の寄与率は41.3%、第2主成分は25.5%、第3主成分12.7%で、累積寄与率は79.5%となった。

第1主成分( $Z_1$ )に対する因子負荷量は、正側に固相、仮比重、硬度、細砂、負側に孔隙率、腐植、気相が位置する。第2主成分( $Z_2$ )は、正側に粗砂、負側に液相、シルトが位置する。第3主成分( $Z_3$ )は、正側に粘土、負側に細砂が位置した。

これを作土と同様に、主成分をプロットしたのが第2図であって、次層土についても、ほぼ作土と同様の傾向がみられるが、水田土壌については、特徴は明らかではなかった。

#### 4. 土壌成分と水分特性

土壌の水分特性、特に保水性、透水性は、土地の乾湿等の土壌生産力を規制する、極めて重要な因子であって、地力保全基本調査においても、生産力可能性判定の要因項目とされている。

すなわち、保水性は、土壌の有効水分保持能を示す指標を意味し、表土および次層土の、圃場容水量( $pF 1.5$ )と萎凋係数( $pF 4.2$ )の差から判定し、場合によっては、圃場容水量、最大容水量のみから、推定することも行われている。

また、透水性は、土壌の通気、通水能力を示す指標であり、全土層状態（土性、構造、孔隙など）を考慮のうえ、総合的に、これを判定することとなっている。

さらに水田では、満水透水性が基準項目とされ、作土下50cmまでの土性、ち密度を要因項目とし、砂礫層の位置、作土下の孔隙性、地下水位などを考慮に入れ、これもまた総合的に判定することとなっている。

このように、土壌の保水性、透水性の判定は、土壌構造、粒径組成、腐植含量、孔隙量などから、間接的に推定しているのが現状であるが、松尾<sup>6)</sup>は、今後は、このよう

な定性的な判定の域を脱して、保水性、透水性を支配している要因との関係の解析が必要であると述べている。

この調査においても、そのような見地から、土壌の物理性の諸要因と、相互<sup>6,7,8)</sup>の関連性について検討を行った。

保水力について松尾は、有効水分と粒径組成、腐植含量等との関連について検討している。

まず粒径組成について、Jamisonによると、有効水分保持力の順序は、理論的には、粗シルト>細シルト>粘土>細砂>粗砂であるとし、人工粒径組成土壌による解析結果からも、土壌の保水力の判定には、粒径組成中のシルト含量を高く評価する必要があると述べている。

本調査では、有効水分と土性との関係は明らかではなかったが、液相と土性については、シルト、粗砂と関連があり、また、畑土壌水分調査では、シルト、粘土含量の高い褐色低地土は、粗砂含量の高い砂丘未熟土にくらべ有効水分が高く、土性との関連は明らかである。

腐植含量についても、有機物が保水力を増加させる作用のあることを、多くの報告が認めており、松尾<sup>7,8)</sup>も、数種の土壌を検討して、腐植は土壌水分恒数を増加させるが、有効水分量は、僅かに増加させるにすぎないと述べている。また、三木<sup>12)</sup>らは、有機物施用跡地の土壌について、孔隙量、透水性、有効水分の増加を認めている。

本調査においても、有効水分と腐植の間には、密接な関連があり、作土、次層土ともに正の相関が認められた。

土壌水分に関与する要因としては、この他に、仮比重、孔隙率などの相互関係が認められる。仮比重、孔隙量は土壌構造の指標とも考えられ、当然のことながら、土壌構造が、水分特性に大きく関与することが認められた。

以上のことから、土壌の種類と保水性についてまとめると、腐植は孔隙率と高い相関を示し、さらにシルトとも相関のあることと相まって、水田、畑土壌とも、黒ボク土は保水力が最も大きい。次いでシルト含量と孔隙率の高い褐色低地土の保水力が大きく、一方、赤黄色土は腐植、孔隙率ともに少なく、また、砂丘未熟土は粗砂含量が高く、ともに保水力は小さい。

このことについて、野本<sup>14)</sup>は、東海地方の畑土壌の主要な土壌群について区分し、 $pF 2.7 - pF 3.9$ の水分量から、洪積層の腐植質土壌は保水力大、洪積層および第三紀層の鈹質土壌は小、沖積層の砂質土壌は極めて小としている。また、河合<sup>4)</sup>は、本県の茶園土壌について、黒ボク土と赤黄色土を調査し、いずれの状態における水分含量も、黒ボク土が多いと述べている。さらに鈴木<sup>18)</sup>らは茨城県の畑土壌の保水性について調査し、野本と同様の

ことを報告している。ただ海成沖積土（砂丘未熟土）について、pF 1.5 - pF 4.2の有効水分はかなり多いが、圃場容水量がpF 2.0附近であるとし、砂丘未熟土の有効水分は、pF 2.0 - pF 4.2の水分量をとって、保水力は最小として区分している。

筆者らの調査でも、有効水分をpF 1.5 - pF 3.8とした場合、砂丘未熟土は、むしろ赤黄色土より大きい値を示しているが、pF 2.0から2.7を測定していないので、鈴木らと同様のことが言えるかどうかは明らかでない。ただ、赤黄色土の特に次層土は、重粘、ち密で、腐植、孔隙率ともに極めて少なく、土壌群の中で、保水力は最も劣るのではないかと考えられる。

水田土壌については、全体に畑土壌にくらべ、固相、仮比重が大きく、したがって保水力は小で、特に水田の次層土の有効水分は極めて少ないことが認められた。

次に、透水性について、土壌調査においては、先ず土壌の硬度が計測される。<sup>8)</sup>松尾は、土壌硬度は、土壌の理学的性質、すなわち粒径組成、孔隙量、仮比重、含水状態など、土壌の諸性質が総合された形で示されるものであって、土壌硬度から通気、透水性が推定出来ると述べている。

ただ、土壌硬度は特に測定時の水分状態で大きく左右され、本調査でも湿潤なグライ土では小さく、また、当然のことながら、土壌構造が大きく影響し、したがって作土については、耕耘が行われているため、土壌硬度と他の物理性との相互関係は明らかでなかった。しかし、次層土では土壌硬度は透水性に関与する孔隙率、仮比重などとの相関が認められた。

透水性について、古賀<sup>5)</sup>は、みかん園土壌について調

査し、透水係数は、非毛管孔隙率と高い相関があると述べている。本調査においても、次層土の透水係数は、気相特にpF 1.5の空気率と、やや高い相関が認められ、仮比重とは負の相関がみられた。しかし、土壌調査で測定する飽和透水係数は、土層の均一な一部分を対象としており、不均一な圃場全体の透水性を、この透水係数から判断するのは適当ではなく、<sup>13)</sup>諸遊、<sup>1)</sup>横井らも指摘しているように、減水深、インタークレート、現場透水性などの調査も、併せて行う必要がある。<sup>8)</sup>

水田土壌の減水深について、本村は土壌群別のとりまとめ結果から、一般的に、還元的な性質から酸化的な性質の土壌、換言すれば、地下水位が低下するにしたがって、また、土性が粗に、さらに礫層が表層近くに出現するにしたがって、減水深は大きくなる傾向がみられると述べている。

また、筆者らが実施した、水田高度利用対策調査における水田の土壌統別透水係数についても、次層土の透水係数の値は、おおよそ砂質で $10^{-2} \sim 10^{-3}$ 、壤～壤粘質で $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 、粘～強粘質で $10^{-6}$ 以下と区分されている。本調査においても、これと同様に土性や礫層の有無による差が認められた。

しかし、これらは非灌漑期における調査であって、実際に灌漑期には圃場の立地、水利条件、土壌管理歴などによって著しく変異が認められる。また、透水性を左右する要因は、土性もさることながら、土壌構造、特に下層土のそれが大きいものと考えられる。<sup>3,17)</sup>

今後、透水性の解析にあたっては、圃場全体を対象とした、よりの確な調査方法の検討が必要である。



## 摘 要

三重県の農耕地土壌の物理性、特に水分特性について検討を行った。

1. 土壌の種類別の物理性について、三相分布は黒ボク土は固相、仮比重が小さく、液相が大きい。赤黄色土は固相、特に次層土の固相が大きく、気相は最も小さい。水田土壌は畑土壌にくらべ、液相が大きく、次層土の固相が著しく大で、気相は極めて小さい。

透水係数は、砂丘未熟土が最も大きく、次いで、黒ボク土、褐色低地土、赤黄色土の順である。また、水田は畑より、次層土は作土より小さい傾向を示した。保水力は、黒ボク土が最も大きく、次いで褐色低地土で、砂丘未熟土、赤黄色土はいずれも保水力は小さい。

2. 土壌の物理性の相互関係について、有効水分は、気相、孔隙率、腐植と正の相関、硬度、仮比重、固相と負の相関が認められた。飽和透水係数は、作土では相関はないが、次層土は有効水分と同様の傾向が認められた。また液相は、作土はシルトと正の相関、気相、粗砂、有効水分と負の相関があり、次層土は腐植、シルトと正の相関、仮比重、気相、粗砂と負の相関が認められた。

3. 土壌の物理性について主成分分析を行い、土壌の種類別に主成分値をプロットすると、水田土壌は概して固相、仮比重、細砂の高い方へ分布し、畑土壌は、孔隙率、腐植、有効水分の高い方に分布し、水田と畑が明らかに区分された。

4. 土壌の水分特性、なかでも保水性、透水性については、粒径組成、腐植含量および、これらと関連する孔隙量、仮比重、ひいては土壌構造等、当然のことながら土壌の物理性の諸要因相互の間に、密接な関連が認められた。ただ、保水性、透水性等の測定は、土層全体を考慮したものではなく、今後は圃場全体を対象とした総合的な調査方法の検討が必要である。

## 謝 辞

この調査は、地力保全研究室および環境調査研究室が担当し、今泉寛、長江春季元環境部長の御指導と、戸波多美子、児玉幸弘、広瀬和久技師の協力によって、行われたものであり、現地調査の実施にあたっては、関係農業改良普及所、農業事務所、市町村役場、農業協同組合の各位の御協力をいただいた。これらの方々に対して厚くお礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 土壌物理性測定法委員会(1978):土壌物理性測定法 養賢堂
- 2) 土壌物理研究会(1979):土壌の物理性と植物生育 養賢堂
- 3) 関東東山東海地域技術連絡会議事務局(1980):水田利用再編対策関連研究の成果(昭54)及び設計(昭55)概要書
- 4) 河合惣吾(1965):本邦における茶園土壌に関する研究、茶試研報 2 1~233
- 5) 古賀汎(1972):温州ミカン園における下層土の物理性に関する研究、四国農試報告 25 119~232
- 6) 松尾憲一(1962):土壌の粒径組成と保水力との関係について(第1報)土肥誌 33 133~137
- 7) 松尾憲一(1962):土壌の粒径組成と保水力との関係について(第2報)土肥誌 33 138~142
- 8) 松尾憲一(1964):粒径組成と土壌の物理性に関する研究、農技研報 B14 285~356
- 9) 三重県(1978):地力保全基本調査総合成績書
- 10) 三重県農業技術センター(1979~1982):土壌環境基礎調査(定点調査)成績書
- 11) 三重県農業技術センター(1983):水田高度利用対策調査総合成績書
- 12) 三木和夫、森哲郎(1966):鉍質畑の地力に対する有機物の役割とその補給様式に関する研究(第II報)東近農試研報 15 112~124
- 13) 諸遊英行(1983):水田転換に伴う土壌の理化学性の変化 土肥誌 54 434~441
- 14) 野本亀雄(1960):東海地方の畑地土壌に関する研究(第1報)東近農試研報 裁2 2 15~57
- 15) 農林省農産課(1971):土壌保全対策要綱 土壌保全対策資料 第34号
- 16) 農林水産省農蚕園芸局農産課(1979):土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法
- 17) 農林水産省農業土木試験場(1982):昭和56年度専門別総括検討会議資料(農業土木部門)
- 18) 鈴木竜彦、酒井一、岩倉昭(1966):畑土壌の保水性に関する調査、茨城農試研報 8 67~84
- 19) 米野泰滋、安田典夫、戸田鉦一、大森瑩一(1982):三重県の農耕地土壌に関する研究(第1報)三重農技研報 10 35~54
- 20) 米野泰滋、安田典夫、石川裕一、戸田鉦一、大森瑩一(1983):三重県の農耕地土壌に関する研究(第2報)三重農技研報 11 49~59