

湛水下における水田土壌の断面変化に関する研究(才I報)

火山灰土と沖積土の水田における断面の変化

河野 利雄・中野 政行・三 浦 薫

緒 言

従来水田の土壌調査は落水後に行なわれ、湛水による物質変化の研究は室内研究が大部分であつた。実際の圃場における湛水による変化を、時期別層位別に研究したものは井利⁽¹⁾⁽²⁾山崎⁽³⁾⁽⁴⁾等数例に過ぎない。筆者等は火山灰土と沖積土の水田を対象に湛水期間中の変化を調べ両者の物質変化の差を明かにせんとした。以下これ等について報告する。

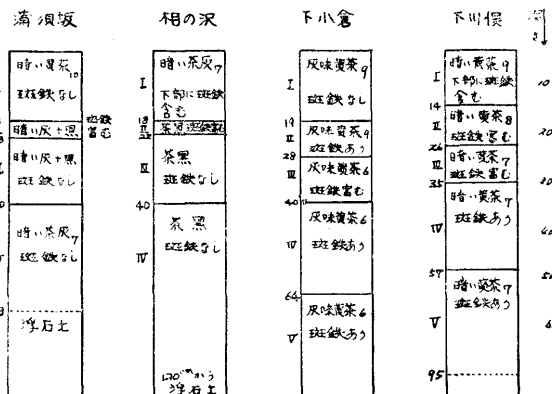
I 調査方法

調査地として、火山灰土に属する氏家町蒲須坂、河内村相の沢（以下蒲須坂、相の沢と呼ぶ）の二ヶ所、沖積土である上河内村下小倉、宇都宮市下川俣町（下小倉、下川俣と呼ぶ）の二ヶ所の水田を選定した。調査は各水田とも同一方法で水稻を栽培し、湛水前から落水後まで略10日おきに試坑して、断面の観察と分析試料の採取を行つた。試坑にあたつてはその地点を木枠で囲み灌漑水の流入を防ぎ、なお試坑地点は毎回約1m前進した。従つて以下述べる断面の変化は類似断面の時期的変化である。

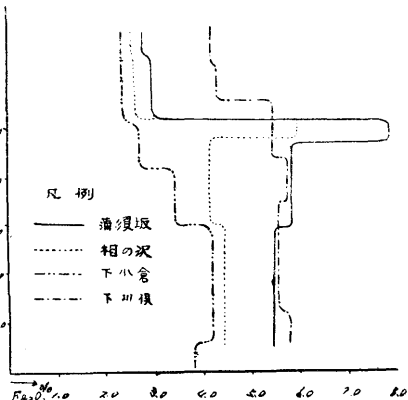
試坑及び分析資料採取期日は次のとおりであつた。

調査地	才1回 湛水前 月 日	才1回 代換 後 月 日	2 (田植 時)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 (落水後 3日)	13 (落水)	14 (落水)
蒲須坂	5.10	5.27	6.4	6.14	6.24	7.4	7.15	7.25	8.6	8.14	8.26	9.5	9.12	9.24	10.14
相の沢	5.1	5.29	6.7	6.18	6.27	7.6	7.17	7.26	8.8	8.16	8.28	9.9	9.18	10.8	11.1
下小倉	5.15	5.28	6.5	6.17	6.25	7.5	7.16	7.26	8.7	8.15	8.27	9.6	9.13	9.25	10.15
下川俣	5.16	5.30	6.7	6.19	6.28	7.9	7.17	7.29	—	8.19	8.29	9.10	9.14	9.26	10.16

(備考) 1957年調査 平均気温は6月上旬 16.6° 7月上旬 22.5° 8月中旬 25.2° であつた。



才1図 調査地の土層断面



才2図 熱塩酸可溶 Fe_2O_3 の垂直分布

(備考) Iは作土に当り調査成績各表中I-1は作土上半、I-2は作土下半とす。

Ⅱ 調査水田の概況

分析成績は才1表(その1, 2, 3)に示す通りである。火山灰土の蒲須坂、相の沢は台地に位置して、地下水の低い乾田で、作土は腐植が多く、C/Nが高い。才Ⅱ層の集積層の厚さがせまい。沖積土の下小倉と下川俣は1 m以内にグライ層を認めない乾田で、火山灰土に比べ腐植

含量は少く、C/Nも小で、才Ⅱ層以下における。酸化物の集積状況も異なっている。なお下小倉は老朽化土壤である。既往における水稻の玄米収量は下川俣が最も多く下小倉、相の沢、蒲須坂の順であつた。今土壤断面と熱塩酸可溶鉄の垂直分布を示すと夫々才1図及び才2図の通りである。

才1表(その1) 層位別分析成績

調査地	層位別	深さ(cm)	mm	mm	mm	mm
			2~0.2	0.2~0.02	0.02~0.002	0.002
蒲須坂	I-1	0~10	15.1	31.8	29.6	23.5
	I-2	10~18	14.5	30.6	31.1	23.7
	Ⅱ	18~23	9.2	42.7	36.9	11.1
	Ⅲ	23~40	20.2	41.2	29.4	12.1
	Ⅳ	40~	22.1	42.3	26.8	8.7
相の沢	I-1	0~10	21.9	34.0	28.8	15.3
	I-2	10~18	20.0	34.5	28.5	17.0
	Ⅱ	18~22	15.6	34.4	23.6	16.3
	Ⅲ	22~40	8.5	28.7	43.0	19.7
	Ⅳ	40~	—	—	—	—
下小倉	I-1	0~10	15.6	45.5	24.0	14.8
	I-2	10~19	15.2	46.5	24.5	13.7
	Ⅱ	19~28	16.0	49.6	23.4	11.0
	Ⅲ	28~40	18.1	51.3	22.2	8.3
	Ⅳ	40~64	22.7	42.4	26.7	8.0
下川俣	V	64~	26.3	65.0	7.5	1.1
	I-1	0~7	8.5	42.5	29.5	19.4
	I-2	7~14	10.2	45.3	23.7	20.7
	Ⅱ	14~26	13.8	41.6	23.6	20.9
	Ⅲ	26~35	10.9	39.5	32.4	17.0
	Ⅳ	35~57	10.9	44.7	30.7	13.6
	V	57~	20.0	37.9	31.9	10.5

才1表(その2) 層位別分析成績

調査地	層位別	水分 (%)	PH		置換度 (Y _T)	置換性 CaO(%)	置換量 (me)	遊離(a) Fe ₂ O ₃ %	易還態(b) Mn mg	熱塩酸可溶		a/A	b/B
			H ₂ O	Kcl						(A) Fe ₂ O ₃ %	(B) Mn mg		
蒲須坂	I-1	9.75	5.51	4.52	0.29	0.25	27.3	0.75	1.2	2.74	6.6	27.7	18.2
	I-2	9.82	5.47	4.13	0.30	0.29	28.7	0.71	1.4	2.99	10.3	23.7	13.2
	Ⅱ	9.65	5.89	4.63	0.13	0.29	32.1	4.94	5.7	7.87	42.4	62.7	13.4
	Ⅲ	9.65	5.94	4.70	0.10	0.28	30.2	2.48	11.5	5.83	71.6	46.2	16.0
	Ⅳ	9.40	5.84	4.79	0.10	0.17	25.1	1.34	4.14	5.46	32.1	24.6	12.9

相 の 沢	I-1	6.59	5.49	4.11	0.20	0.25	23.9	1.11	1.4	2.59	11.1	39.2	12.8
	I-2	7.44	5.69	4.43	0.15	0.27	25.7	1.02	1.7	2.61	12.5	39.2	1.41
	II	8.16	5.81	4.72	0.11	0.26	23.3	2.86	12.9	5.97	59.3	47.9	21.7
	III	8.84	5.77	4.64	0.11	0.27	27.4	2.39	14.5	4.15	70.3	57.6	20.7
	IV	8.10	5.81	4.52	0.15	0.26	26.3	1.93	6.86	4.47	68.8	43.2	10.0
下 小 倉	I-1	5.12	5.67	4.23	0.46	0.14	15.1	0.61	1.6	2.37	15.2	25.6	10.3
	I-2	4.44	5.59	4.18	0.46	0.14	14.1	0.60	1.9	2.39	16.0	25.2	12.0
	II	3.26	5.59	4.09	0.33	0.09	11.1	0.67	1.3	2.71	19.1	24.7	6.7
	III	3.88	5.91	4.27	0.13	0.08	9.4	1.63	0.9	3.44	18.7	41.3	5.2
	IV	3.64	5.96	4.44	0.10	0.09	9.2	1.59	1.1	4.21	35.6	37.9	3.1
下 川 俣	V	2.45	5.97	4.62	0.07	0.04	6.0	1.23	4.3	3.82	24.8	23.3	17.8
	I-1	6.23	5.72	4.57	0.33	0.26	25.4	1.49	2.3	4.21	16.3	35.3	14.1
	I-2	5.93	5.70	4.60	0.34	0.29	26.3	1.54	2.4	4.33	16.8	35.6	14.0
	II	6.75	5.86	4.77	0.15	0.27	19.5	2.08	4.8	5.46	20.8	38.0	22.9
	III	7.35	5.69	4.78	0.13	0.31	22.1	2.19	10.0	5.76	84.3	38.1	11.9
	IV	6.21	6.19	4.80	0.13	0.29	20.4	2.60	5.6	5.56	64.2	46.7	8.6
	V	5.65	5.97	4.92	0.12	0.24	17.5	3.14	2.4	5.79	101.5	54.2	22.0

オ1表(その3) 層位別分析成績

調査地	層位別	腐 植 %	T-N %	C/N	NH ₃ -N化成量(mg)		乾土効果 (2)-(1)mg	NH ₃ 化成率 %	最大容水量
					湿润土(1)	乾土(2)			
蒲 須 坂	I-1	16.09	0.51	18.35	2.30	22.88	20.58	4.49	129.4
	I-2	16.52	0.54	17.96	2.33	21.55	19.22	4.03	131.9
	II	15.19	0.45	19.73	1.71	11.25	9.54	2.51	118.6
	III	16.09	0.46	20.52	1.96	4.98	3.02	1.09	160.5
	IV	15.02	0.33	26.32	1.93	2.88	0.95	0.87	159.0
相 の 沢	I-1	12.91	0.369	16.61	2.06	22.12	19.06	4.68	119.3
	I-2	13.64	0.419	16.62	1.90	22.10	20.20	4.43	120.0
	II	12.61	0.394	19.81	1.64	16.38	3.26	3.26	102.8
	III	13.20	0.363	18.28	1.46	4.30	2.86	1.03	109.0
	IV	13.10	0.358	19.29	1.59	3.95	2.36	1.00	134.4
下 小 倉	I-1	7.45	0.394	10.96	1.96	21.10	19.14	5.36	97.7
	I-2	6.99	0.363	11.16	1.82	16.25	14.43	4.48	95.4
	II	5.34	0.174	17.82	1.25	7.81	6.56	4.49	95.6
	III	2.42	0.143	9.79	1.36	5.89	4.53	4.12	67.4
	IV	2.10	0.169	7.22	1.07	4.07	3.00	2.41	63.9
川 俣	V	1.59	0.062	14.84	0.98	1.92	6.94	6.31	57.1
	I-1	6.37	0.363	10.33	1.99	23.52	21.53	6.48	99.8
	I-2	6.37	0.358	10.31	1.83	27.48	25.65	7.68	100.5
	II	5.81	0.267	12.62	2.20	14.80	12.60	5.54	91.5
	III	4.22	0.228	10.75	1.24	5.64	4.40	2.47	91.8
	IV	3.02	0.198	8.84	1.23	3.87	2.64	1.96	84.8
	V	2.59	0.140	10.71	1.21	2.77	1.56	1.98	87.4

Ⅲ 調 査 結 果

(1) 土色の変化

土色観と比較した結果によると、火山灰土水田は湛水落水によつて、作土並びに下層土ともに殆んど土色の変化が認められなく、沖積土水田では明かに変化した。下小倉、下川俣は先づ作土が湛水により、上半部より漸次青灰色を帯び、湛水後20日を経過した時作土全体が青灰色に呈した。才Ⅱ層も湛水後10日内外を経過すると作土ほどではないが青灰色を増して来る。才Ⅲ層以下は殆んど変化がなかつた。落水すると作土は上半部より青灰色が消失する。才Ⅱ層は作土より早く青味が消える。これ等土色の変化は下小倉より鉄含量の多い下川俣の方が顕著であつた。

(2) α - α' dipyridyle 0.2% 醋酸溶液による呈色

作土においては火山灰土、沖積土ともに湛水後間もなく呈色が見られ、蒲須坂を除き田植期には著しくなつた。落水によつて作土上半部より呈色しなくなる。才Ⅱ層は火山灰土では湛水後75日に至り漸く呈色反応を示したが、沖積土は30日後明かに呈色し、且つその程度は火山灰土に比し顕著であつた。才Ⅲ層において、火山灰土は終始呈色しなかつたが、沖積土は湛水後65~75日に至り明かに呈色した。なお下層土は落水すると作土より早く呈色しなくなる。火山灰土と沖積土では dipyridyle

才2表 水 分 (重量%)

調査地	層位	湛水前	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			湛水後	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	落水後	"	"
			5日	15日	25日	35日	45日	55日	65日	75日	85日	95日	105日	3日	15日	25日
蒲須坂	I-1	47.0	58.4	59.4	58.5	58.4	57.9	58.0	56.3	57.0	57.0	56.9	58.4	58.7	54.1	51.6
	I-2	50.0	54.9	55.4	53.8	56.4	55.8	54.2	53.8	54.2	54.4	54.0	55.0	53.3	53.0	51.8
	Ⅱ	44.5	44.8	46.0	45.8	47.0	48.2	48.4	49.8	47.4	46.8	47.4	48.1	48.0	47.4	47.4
	Ⅲ	54.9	59.0	60.8	58.2	59.8	58.6	58.0	59.0	60.0	60.2	60.8	60.1	60.8	59.5	59.0
	Ⅳ	57.8	60.8	59.4	58.0	59.2	57.0	58.4	59.2	58.2	60.0	61.4	58.4	59.2	59.2	59.8
相の沢	I-1	39.0	—	53.3	54.8	51.3	52.6	53.2	54.1	54.8	52.3	54.0	52.6	50.9	50.5	48.3
	I-2	43.0	—	53.2	50.4	50.8	48.8	50.8	50.6	51.4	51.4	50.2	50.0	46.2	49.4	49.8
	Ⅱ	40.0	—	42.6	46.2	42.6	43.2	41.8	43.2	44.2	44.0	41.8	46.0	42.2	41.0	43.0
	Ⅲ	40.0	—	44.8	46.0	44.6	44.6	51.0	50.0	50.5	44.0	45.0	46.0	44.1	46.4	45.0
	Ⅳ	46.0	—	55.6	54.8	53.8	56.0	59.8	56.0	54.1	55.0	55.6	55.0	52.1	56.8	54.6
下小倉	I-1	39.5	51.4	50.2	52.0	53.9	52.1	51.2	52.2	49.9	50.5	50.6	50.6	48.6	45.5	45.0
	I-2	40.0	45.0	46.4	45.8	47.0	48.8	45.2	45.8	46.5	45.8	44.5	41.5	45.5	43.2	43.5
	Ⅱ	31.0	31.6	31.6	31.8	31.8	31.2	31.6	32.0	32.3	29.0	30.5	30.5	29.2	29.8	29.0
	Ⅲ	26.5	30.8	30.8	33.8	33.8	33.0	31.8	32.6	32.6	32.0	30.4	30.4	30.4	29.8	30.5
	Ⅳ	29.0	31.2	32.0	29.0	35.0	32.4	32.6	32.2	32.1	32.2	31.6	31.6	31.1	30.6	30.0
	Ⅴ	22.0	30.2	31.2	31.2	31.4	30.4	33.2	31.0	30.0	30.0	31.2	30.5	31.4	28.0	30.0

による呈色の範囲即ち深さが明かに異なっている。

(3) 斑鉄の消長

作土に見られた斑鉄は大部分膜状のものであつた。これ等は湛水によつて消失し、落水と共に比較的速かに生成を見た。才Ⅱ層の斑鉄は火山灰土では大部分が管状で沖積土では管状の外一部膜状点状斑鉄があり、火山灰土では湛水、落水によつて殆んど変化がなかつた。沖積土においては湛水後期に至り膜状のものが消失し、落水により再現した。沖積土における才Ⅲ層以下の斑鉄は増減が不定で明かでない。

(4) 水 分

各調査地とも調査期間中 1 m 以内には湧水がなく、試坑は容易であつた。常法により水分を求めた結果は才2表の通りである。何れの地点も湛水期間中作土の上半部と下半部で水分含量に差があり、下半部は常に少なかつた。仔細に見ると上半、下半の厚さは時期によつて変化した。下層土について見ると、火山灰土は鋤床部位の水分が最も少いが、沖積土は下層層水分含量が少ない。

水分含量の程度を明かにするため、最大容水量に対する比率を求めて示したのが才3表である。これによれば作土上半部は最大容水量に近いが、又はそれ以上の遊離水が加つていた(最大容水量以上の比は100にとどめた)作土の下半部から以下は常に最大容水量以下で、才Ⅱ乃至才Ⅲ層が特に小である。

下 川 俣	I-1	41.0	48.7	49.5	48.7	50.1	51.8	51.5	51.0	49.0	—	49.9	49.2	48.7	45.7	48.6
	I-2	41.5	47.8	47.6	47.6	49.8	48.8	49.4	49.2	47.9	—	47.6	48.4	45.7	46.6	46.4
	II	40.0	43.2	42.4	42.0	42.4	43.8	42.8	43.2	43.9	—	42.4	42.2	43.2	43.4	42.0
	III	39.0	43.4	42.6	41.0	41.8	42.4	42.6	42.0	41.8	—	40.4	41.3	41.2	41.0	40.4
	IV	37.0	42.4	44.4	41.2	41.6	41.8	41.0	41.0	42.3	—	40.4	39.4	40.5	42.2	39.8

才3表 最大容水量に対する原土水分の比(%)

調査地	層位	灌水前	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			灌水後 5日	" 15日	" 25日	" 35日	" 45日	" 55日	" 65日	" 75日	" 85日	" 95日	" 105日	落水後 3日	" 15日	" 25日
蒲 須 坂	I-1	86.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.1	82.4
	I-2	75.8	92.3	94.2	88.3	98.1	88.0	89.7	88.3	89.7	90.4	89.0	92.6	86.5	85.5	81.5
	II	67.5	69.6	68.5	71.8	72.8	74.8	78.5	79.1	74.2	73.0	74.2	76.0	78.2	77.8	76.0
	III	75.8	82.2	96.6	86.7	92.7	87.8	86.0	89.7	93.5	94.2	96.6	93.8	96.6	91.5	89.7
	IV	86.1	97.5	92.2	86.9	91.3	83.4	88.3	91.3	87.5	94.3	100.0	88.3	91.3	91.3	93.6
相 の 沢	I-1	53.5	—	95.6	100.0	88.3	93.0	95.3	98.8	100.0	91.9	98.4	93.0	86.9	85.5	78.5
	I-2	62.8	—	94.6	84.5	85.9	79.3	85.9	85.2	88.4	85.2	83.9	83.2	71.5	81.2	82.5
	II	71.3	—	72.3	83.6	72.3	74.0	69.8	74.0	77.0	76.5	69.8	82.9	71.0	67.6	73.3
	III	61.9	—	70.8	73.6	66.4	84.1	73.4	75.6	74.2	73.9	74.2	72.2	70.5	67.0	63.0
	IV	63.5	—	93.2	90.2	86.7	94.7	100.0	94.7	87.7	90.9	93.2	90.9	81.0	97.8	73.4
下 小 倉	I-1	66.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.9	83.7	85.0
	I-2	69.9	85.7	90.8	88.6	93.0	99.0	86.5	88.6	91.1	88.6	88.6	84.1	84.4	80.6	79.8
	II	59.4	61.1	61.1	61.6	61.6	59.1	61.1	62.3	63.1	54.0	54.0	58.1	54.5	55.4	56.2
	III	60.5	66.0	66.0	75.8	75.1	73.1	69.1	71.8	71.8	70.5	70.5	64.8	64.8	65.1	63.0
	IV	63.8	70.8	73.6	66.4	84.1	73.4	75.6	74.2	73.9	74.2	74.2	72.2	70.5	67.0	68.9
下 川 俣	V	—	75.8	79.3	78.4	80.2	76.5	87.0	78.6	75.1	75.1	75.1	76.9	80.2	74.9	68.1
	I-1	69.6	95.1	98.2	95.1	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	—	97.8	97.1	95.1	85.0	94.8
	I-2	70.5	91.1	90.3	90.3	98.7	94.8	97.1	96.4	91.4	—	90.4	93.3	83.8	86.9	86.2
	II	72.9	83.2	80.4	79.1	80.4	85.1	81.7	83.2	85.6	—	80.4	79.7	83.2	83.8	79.1
	III	69.5	83.5	80.7	75.6	78.1	80.1	80.7	78.8	78.1	—	73.8	76.6	77.0	75.6	73.8
	IV	69.2	86.8	94.2	82.7	84.0	84.7	82.0	82.0	87.0	—	80.0	76.7	80.3	86.1	77.9
	V															

(5) 密度並びに容積重

山中氏の硬度計による密度並びに川口氏⁽⁵⁾の現地容積重を調べた結果は、才4表及び才5表の通りであつた。密度については何れの調査地も才II層以下の下層土は灌水落水による変化は認められず、作土は灌水の中上部と下半部では常に下半部が小さく、落水後25日内外経過すると上半部、下半部の差は殆んどみられなくなる。

一方現地容積重も灌水落水による影響は密度と同様な変化を示した。火山灰土と沖積土を比較すると、各層位共に火山灰土が小さい値を示した。

(6) Eh及びPH

Ehは土をブリキ製の円筒に採取してテープにて密閉し可及的速かに測定した。才6表はEh及びPHの測定結果で才3回から才6回までEhの変化を示したものである。

Ehについてみると各調査地とも作土は灌水により急激な低下を示した。作土上半部で灌水後蒲須坂で85日に73mv、相の沢で55日に-67mv、下小倉は45日に70mv、下川俣で85日に14mvとそれぞれ最低を示した。

作土下半部は何れの土壤も上半部より稍々おくれて低下が見られる。落水すると上半部が急に上昇し下半部は若干遅れる傾向があり、特に下川俣は緩慢であつた。才II層は火山灰土の場合灌水後45日頃より漸次低下し、75

才4表 密 度 (貫入抵抗)

場所	蒲 須 坂			相 の 沢			下 小 倉			下 川 俣		
期 日	8月14日	9月12日	10月24日	8月16日	9月9日	10月8日	8月15日	9月13日	10月15日	8月19日	9月14日	9月26日
層 位	(湛水中)	(落水後3日)	(落水後42日)	(湛水中)	(落水後3日)	(落水後29日)	(湛水中)	(落水後3日)	(落水後32日)	(湛水中)	(落水後3日)	(落水後12日)
I-1	0~4	1~5	14~15	1~4	8~10	13~14	1~4	4~6	13~14	0~3		9~11
I-2	5~7	6~10	14~15	5~8	8~10	13~14	5~10	7~10	13~14	5~8	8~10	9~11
II	27~23	26~27	27~28	26~28	24~26	25~26	22~25	23~25	24~25	20~21	20~22	20~21
III	18~19	17~20	18~20	19~20		20~23	27~28	26~29	26~27	23~24	22~24	23~24
IV	21~22	19~20	19~20	19~20	19~21	19~20	20~23	22~24	24~25	21~22	22~23	22~23
V	—	—	—	—	—	—	16~17	18~19	—	—	—	—

才5表 現 地 容 積 重 (100ccの乾土重g)

場所	蒲 須 坂				相 の 沢		
時期	湛 水 中	湛 水 中	落水後3日	落水後54日	湛 水 中	落水後3日	落水後53日
層 位	(7月25日)	(9月5日)	(9月12日)	(11月5日)	(7月26日)	(9月9日)	(11月1日)
I-1	53.8	54.0	54.8	70.7	68.1	71.2	78.7
I-2	60.5	60.8	62.2	74.6	72.0	77.7	78.9
II	68.4	68.4	72.1	—	74.0	78.3	—
III	43.2	44.7	45.8	—	71.0	68.5	—
IV	49.6	48.8	47.1	—	60.7	58.5	—

場所	下 小 倉				下 川 俣			
期 日	湛 水 中	湛 水 中	落水後3日	落水後52日	湛 水 中	湛 水 中	落水後3日	落水後52日
層 位	(8月7日)	(9月6日)	(9月13日)	(11月4日)	(8月19日)	(9月10日)	(9月14日)	(11月5日)
I-1	72.9	69.8	72.9	80.9	64.9	67.4	71.2	87.9
I-2	78.9	78.5	78.2	78.2	71.5	73.3	78.4	87.4
II	114.6	118.9	121.9	—	79.7	86.6	85.8	—
III	110.3	115.9	113.2	—	84.4	86.3	89.8	—
IV	105.1	115.8	110.2	—	83.3	91.2	87.8	—

日に至り350mv内外で最低を示したが沖積土は湛水後10日頃より低下を示し、下小倉で65日262mv、下川俣で75日に182mvと火山灰土に比し低下の時期が早く且つ低下の程度も著しい。

才Ⅲ層以下の下層土は火山灰土においては、終始550mv内外で変化がないが、沖積土においては下小倉で331mv、下川俣で413mvと低下を示した。これ等下層土は落水により、作土上半部と同様急激に酸化が行われた。水田におけるEhの変化は、火山灰土と沖積土で作土では大差を認め難いが、下層土において顕著な差があった。既ち火山灰土は才Ⅱ層までが変化し沖積土は40~57cmと下層まで湛水の影響を受け、且つ変化の程度も大であった。

PHは概ねEhとともに変化し、作土における変化が大

で、下層土の差は少ない。各調査地の各層とも湛水により上昇した。

(7) 二価鉄の生成

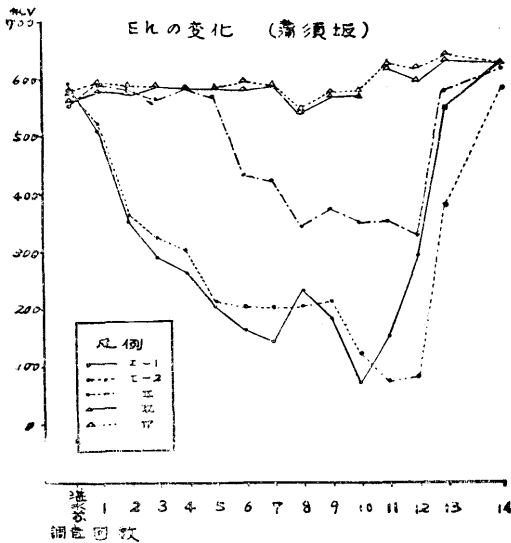
二価鉄の定量法については山中⁽⁶⁾熊田⁽⁷⁾高井⁽⁸⁾等の報告があるが熊田氏の方法に準じて行つた。成績は才7表及び、才7図から才10図の通りである。二価鉄はEhと稍同様な消長を示し、作土は蒲須坂、相の沢、下小倉では湛水後40日内外で最高生成量を示し、以後落水まで平衡状態を保つた。下川俣では生成量が漸増的で85日に至り漸くピークを示した。老朽化水田の下小倉は特に生成量が少なかった。作土以下の下層土における二価鉄の生成は、火山灰土の場合湛水後期に僅かに生成を見たが、沖積土の場合は才Ⅲ層までも生成があり、Ehと平行的であった。遊離酸化鉄に対する二価鉄の比を求めた成績

表6表(その1) 火山灰土のEh及びPH

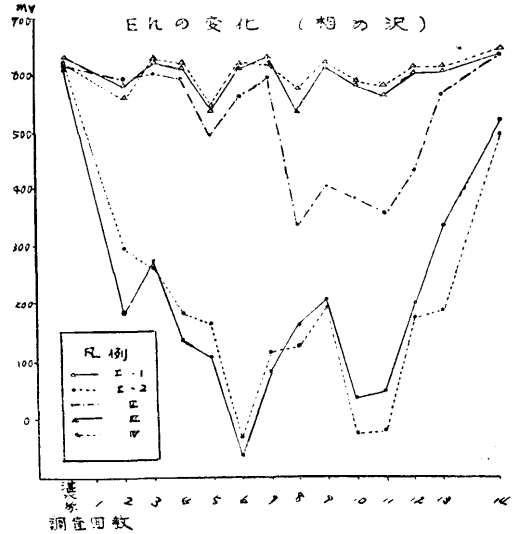
調査地	層位	Eh 及 PH	灌水前	1 灌水後 5日	2 15日	3 25日	4 35日	5 45日	6 55日	7 65日	8 75日	9 85日	10 95日	11 105日	12 落水 後3日	13 15日	14 25日
浦 須 坂	I-1	Eh	598	517	357	291	268	208	166	149	234	186	73	156	297	551	632
		PH	5.51	5.62	5.50	5.80	5.92	6.12	6.21	5.99	5.94	6.05	5.95	5.74	5.80	5.62	5.45
	I-2	Eh	586	523	367	326	301	211	204	203	206	214	121	75	85	386	585
		PH	5.47	5.54	5.50	5.60	5.93	6.10	6.08	5.98	5.85	6.00	5.70	5.82	5.95	5.49	5.39
	II	Eh	553	592	587	568	588	571	434	424	348	379	351	355	330	583	625
		PH	5.89	5.89	5.70	5.92	5.95	6.00	6.00	5.95	5.75	6.03	5.70	5.79	6.00	5.84	5.90
	III	Eh	563	582	582	598	588	591	589	594	541	574	574	625	600	639	630
		PH	5.94	5.90	5.82	5.89	6.02	6.02	6.10	6.18	5.90	6.02	5.88	6.02	6.10	5.90	6.02
	IV	Eh	581	594	592	568	588	591	600	594	554	576	585	629	620	647	625
		PH	5.84	5.98	5.92	5.90	5.90	6.13	6.10	6.20	5.88	6.08	5.95	5.92	5.98	5.99	5.80
相 の 沢	I-1	Eh	619		181	276	135	108	-67	82	160	208	36	48	200	336	522
		PH	5.49		6.10	6.12	6.20	6.00	6.35	6.35	6.25	6.02	5.95	6.10	6.00	5.78	5.50
	I-2	Eh	623		299	266	181	163	-32	115	128	197	-24	-21	175	184	495
		PH	5.69		5.80	5.95	6.18	5.98	6.10	6.28	6.25	5.95	6.02	6.20	6.15	6.00	5.50
	II	Eh	613		592	601	596	496	567	597	335	405	383	354	436	565	635
		PH	5.81		5.80	5.90	5.95	6.02	6.00	6.00	5.89	5.90	5.80	5.78	5.90	5.95	5.80
	III	Eh	635		582	622	616	538	612	635	535	618	513	569	602	602	635
		PH	5.77		6.00	5.95	6.02	6.12	6.10	6.20	5.96	6.02	5.90	5.90	5.82	5.85	5.90
	IV	Eh	616		561	626	621	546	620	625	577	621	587	581	612	608	645
		PH	5.61		5.90	5.85	5.86	5.98	5.98	6.00	5.99	6.11	5.80	5.85	5.90	5.95	5.85

表6表(その2) 沖積土のEh及びPH

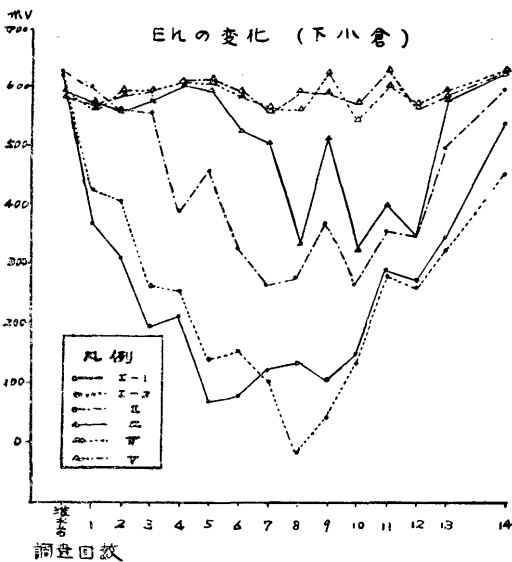
調査地	層位	Eh 及 PH	灌水前	1 灌水後 3日	2 15日	3 25日	4 35日	5 45日	6 55日	7 65日	8 75日	9 85日	10 95日	11 105日	12 落水 後3日	13 15日	14 25日
下 小 倉	I-1	Eh	620	369	309	192	211	70	80	123	134	106	151	293	275	345	539
		PH	5.67	5.84	5.70	5.85	5.84	5.82	6.00	5.98	6.03	5.95	6.18	5.79	6.15	5.85	5.52
	I-2	Eh	626	421	403	265	253	140	137	105	-14	46	138	283	263	325	455
		PH	5.59	5.80	5.60	5.70	5.75	5.70	5.90	5.80	6.24	6.02	6.10	5.85	6.20	5.79	5.69
	II	Eh	627	594	559	550	383	455	323	262	279	365	261	358	345	495	595
		PH	5.59	5.80	5.72	5.80	5.90	5.89	5.90	5.85	5.95	6.00	6.15	5.90	5.90	5.90	5.90
	III	Eh	593	571	559	579	603	598	527	505	331	514	328	405	345	510	626
		PH	5.91	5.91	5.82	5.90	6.20	5.95	6.15	6.25	6.21	6.15	6.30	6.02	6.10	6.01	5.95
	IV	Eh	598	566	599	595	608	610	585	568	561	624	548	605	572	595	630
		PH	5.96	6.20	5.90	5.95	6.15	5.85	6.10	6.20	6.20	6.20	6.30	5.98	6.25	6.25	5.99
	V	Eh	583	569	587	595	608	615	595	560	594	595	571	635	565	585	629
		PH	5.91	6.30	6.10	6.25	6.20	6.04	6.30	6.20	6.25	6.30	6.15	6.10	6.20	6.05	6.00
下 川 俣	I-1	Eh	578	572	312	216	223	227	157	52	欠測	14	138	354	405	401	548
		PH	5.72	5.51	5.61	5.71	5.85	5.95	6.25	6.35		6.35	6.20	5.95	5.60	5.90	5.69
	I-2	Eh	586	571	359	317	280	230	100	80		49	78	147	159	214	250
		PH	5.70	5.40	5.49	5.55	5.90	6.02	5.95	6.40		6.25	6.40	6.02	6.00	6.10	6.00
	II	Eh	599	603	607	539	402	412	385	291		182	203	212	200	333	635
		PH	5.86	5.90	5.90	6.00	5.95	6.10	6.10	6.05		5.90	5.95	5.95	5.95	6.00	6.15
	III	Eh	576	618	605	599	548	568	565	411		420	413	503	445	585	640
		PH	5.69	6.10	5.90	6.10	6.02	6.15	6.18	6.10		5.88	6.10	6.01	5.95	6.25	6.30
	IV	Eh	582	616	590	616	628	595	595	501		527	538	572	585	617	629
		PH	6.19	6.02	6.10	6.15	6.12	6.20	6.20	6.15		5.90	6.20	5.98	5.95	6.20	6.25



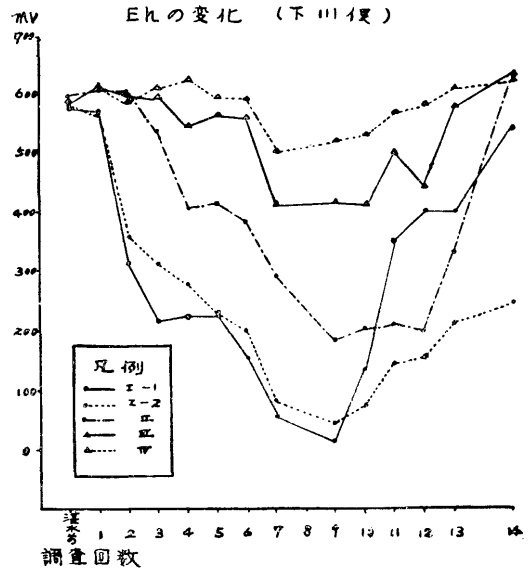
才 3 図



才 4 図



才 5 図



才 6 図

が才8表であるが、作土における比は特に老朽化水田の下小倉が少なく、13%内外で他は35%内外の値を示した。この表によると火山灰土では湛水初期に比較的多い。

(8) Sulfide-S

鈴木氏⁽⁹⁾の方法に準じて行つたが、成績は才8表の通りで、生成量は時期による変動が大きい。二価鉄の少ない下小倉、蒲須坂では少なく、二価鉄の多い相の沢、下

川俣では多い。各地とも湛水中は作土上半部が下半部より常に多い生成量を示した。

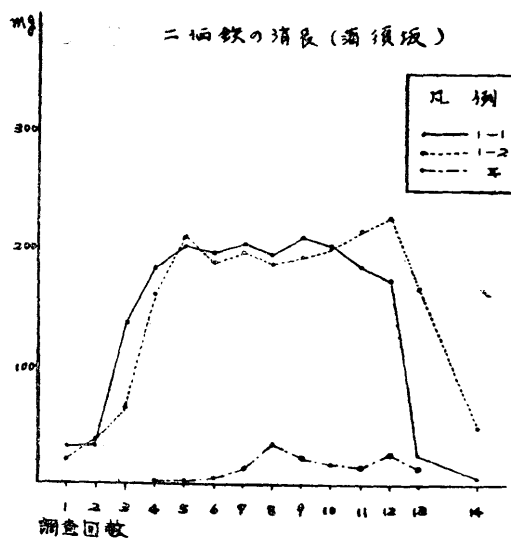
IV 考 察

この調査は自然状態を対象とし、土層、灌水等の不均一による若干の誤差は免れ得なかつたが、個々の結果は概ね順当なものであつたと考えられる。

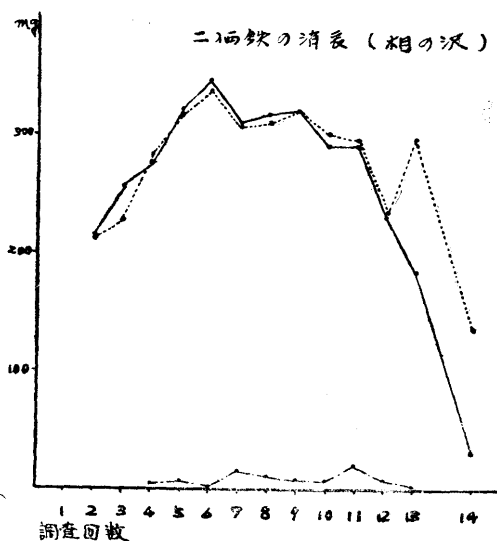
(1) 作土の変化について

才7表 二価鉄の生成量 (乾土100g中mg)

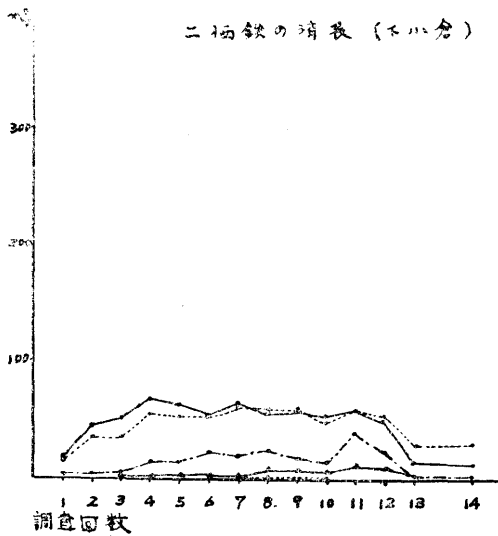
調査地	層 位	1 満水後 5日	2 "15日	3 "25日	4 "35日	5 "45日	6 "55日	7 "65日	8 "75日	9 "85日	10 "95日	11 "105日	12 落水後 3日	13 "15日	14 "25日
蒲須坂	I-1	31.2	34.7	138.1	183.2	202.0	197.5	205.5	195.7	210.1	205.6	185.5	175.1	23.4	7.9
	I-2	21.6	36.9	65.8	162.0	210.1	189.3	199.4	188.4	193.9	202.8	217.7	229.8	169.9	49.2
	II	tr	tr	tr	1.9	2.3	5.6	14.3	30.6	21.5	19.9	15.3	25.7	15.5	tr
	III	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
	IV	tr	tr	tr	tr	rr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
相の沢	I-1		216.8	259.0	278.5	323.1	348.4	310.4	318.8	321.5	291.5	292.9	231.9	184.5	32.2
	I-2		215.7	229.5	285.1	320.4	339.3	309.7	310.7	321.5	300.5	297.0	234.1	298.7	136.0
	II		tr	tr	3.1	6.9	1.9	16.7	10.9	8.5	7.10	20.2	8.6	4.3	tr
	III		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
	IV		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
下小倉	I-1	17.7	44.5	50.0	67.6	61.1	51.9	63.4	54.7	55.9	50.6	57.7	48.1	13.7	10.8
	I-2	16.5	34.8	34.0	54.7	53.1	51.1	59.9	56.4	56.3	47.5	57.2	52.9	27.2	29.7
	II	2.6	3.8	3.2	14.0	12.7	20.4	19.6	22.5	16.7	13.7	39.4	21.9	2.9	1.5
	III	tr	tr	1.7	2.6	3.6	3.2	2.9	8.1	7.4	5.9	10.9	8.7	2.9	tr
	IV	tr	tr	tr	tr	tr	0.9	1.7	1.2	tr	1.5	tr	tr	tr	tr
	V	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
下川俣	I-1	7.0	20.4	145.0	185.6	236.0	250.6	322.8		398.2	347.8	170.1	55.8	7.5	7.4
	I-2	5.1	19.2	83.3	155.1	207.9	304.0	332.9		392.0	403.1	335.4	328.7	244.8	205.1
	II	tr	tr	2.9	4.6	3.6	16.5	13.9		54.8	223.1	214.8	218.7	22.1	1.4
	III	tr	tr	1.2	3.7	tr	3.5	2.3		4.4	2.0	15.2	4.4	tr	tr
	IV	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr		tr	tr	tr	tr	tr	tr



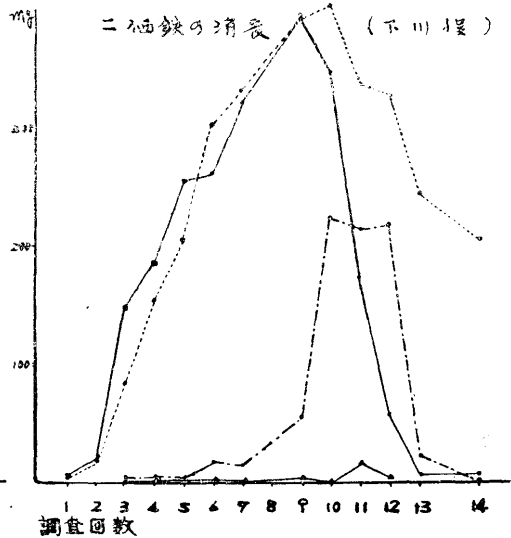
才 7 図



才 8 図



才 9 図



才 10 図

才 8 表 遊離酸化鉄に対する二価鉄の比 (%)

調査地	層 位	1 灌水後 5日	2 "15日	3 "25日	4 "35日	5 "45日	6 "55日	7 "65日	8 "75日	9 "85日	10 "95日	11 "105日	12 落水後 3日	13 "15日	14 "25日
潮 須 坂	I-1	5.40	6.01	23.93	31.75	35.01	34.23	35.61	33.92	36.41	35.62	32.15	30.34	4.58	0.14
	I-2	3.77	6.36	11.27	27.50	35.67	32.14	33.85	31.99	32.92	34.43	36.96	39.02	28.85	8.35
	II	—	—	—	0.05	0.06	0.15	0.39	0.80	0.56	0.52	0.40	0.67	0.40	—
相 の 沢	I-1		26.22	31.32	33.68	39.07	42.13	37.53	38.55	38.88	35.25	35.42	28.04	22.30	3.89
	I-2		27.87	29.65	36.83	41.40	43.84	40.01	40.15	41.54	38.79	38.37	30.25	38.59	17.57
	II		—	—	0.14	0.32	0.09	0.76	0.50	0.04	0.33	0.93	0.39	0.20	0.42
下 小 倉	I-1	3.70	9.29	10.44	14.11	12.76	10.84	13.24	11.42	11.68	10.57	12.05	10.04	2.26	1.78
	I-2	3.74	7.89	7.71	12.40	12.04	11.69	13.58	12.78	12.77	10.78	12.97	12.01	4.51	4.93
	II	0.53	0.78	0.67	2.89	2.63	4.21	4.05	4.65	3.45	2.87	8.14	4.54	0.44	0.23
	III	—	—	0.15	0.22	0.31	0.27	0.24	0.68	0.64	0.50	0.92	0.74	0.18	—
下 川 俣	I-1	—	—	—	—	—	0.79	0.15	0.10	—	0.13	—	—	—	—
	I-2	0.63	1.83	13.09	16.65	22.96	23.37	28.95	—	35.71	31.19	15.26	5.00	0.67	0.67
	I-2	0.45	1.68	7.29	13.58	18.20	26.62	29.15	—	34.33	35.30	29.37	28.78	21.79	17.96
	II	—	—	0.19	0.30	0.23	1.06	0.89	—	3.52	14.34	13.80	14.07	1.42	0.09
	III	—	—	0.07	0.22	—	0.21	0.14	—	0.27	0.12	0.92	0.27	—	—

才 9 表 Sulfide-S (乾土100g中 mg)

調査地	層 位	1 灌水後 5日	2 "15日	3 "25日	4 "35日	5 "45日	6 "55日	7 "65日	8 "75日	9 "85日	10 "95日	11 "105日	12 落水後 3日
潮 須 坂	I-1	tr	0.10	0.72	0.22	0.37	tr	tr	0.17	0.34	0.25	tr	tr
	I-2	tr	0.11	0.32	0.13	0.10	tr	tr	0.16	0.12	tr	tr	tr

相の沢	I-1	—	0.66	1.07	0.98	2.16	4.22	1.27	0.13	2.42	1.47	3.46	tr
	I-2	—	0.34	0.53	0.43	1.50	3.02	0.23	tr	1.65	0.17	1.66	tr
下小倉	I-1	0.01	0.35	0.65	0.62	0.42	tr	0.18	1.22	0.75	0.27	0.16	tr
	I-2	tr	0.20	0.55	0.24	0.37	tr	tr	0.36	0.11	0.14	tr	0.19
下川俣	I-1	tr	tr	0.10	0.50	0.10	tr	tr	欠測	2.17	2.11	0.87	tr
	I-2	tr	tr	tr	0.24	tr	tr	tr		0.59	0.44	1.23	tr

水稻収穫後、落水した水田の作土は、その構造、土色、斑紋、密度などが、屢々層状を呈していることがある。筆者等は作土層が湛水期間中に2～3の部分に分れることを予測して、作土は上半部と下半部に分けてその変化を追究した。

作土における密度（貫入抵抗）を湛水時と落水時の比較でみると、落水時は、作土全体が或る程度しまつていて、上半部と下半部の密度（貫入抵抗）の差は僅かであるが、湛水して攪拌した場合、全般的に密度は小さくなり、且つ上部から下部に向つて2乃至3部分に分れて密度の相違が出来る。即ち上半部は山中式硬度計で0～3下半部は5～8の程度となる。これに伴い現地容積重も軽くなり、落水時の現地容積重に対し湛水時の容積重は80～90%程度であつて、上半部が軽く、下半部が重い。下半部の容積重が重くなるのは灌漑水の滲透に際し、青峰等⁽¹⁰⁾が述べている大小孔隙の存在下における負圧現象が作土の上半部より下半部において強く起ることに基因して容積が縮小するためだと考えられる。水分含量も上半部は極めて多く、下半部は室内実験によるその土壤の最大含水量に達しない場合が一般的である。

作土は耕起後湛水した場合、気相と液相の交替が行なわれるが、作土内でも上半部と下半部では明かにその状態を異にしている。然して湛水による変化は火山灰土でも、沖積土でも同じような傾向で行なわれ、両者間に大差が認められない。

湛水中作土の上半部と下半部の密度、現地容積重、水分などの差異は落水時における差より大である。

作土の還元及び還元生成物などについてみると、Ehは湛水して施肥代掻から田植の頃までのある時期に急激に低くなる。低下を始める時期は土壤条件、管理条件などの相違によつて異なるものと推定される。Ehが最低に達する時期は土地により一定でないが7月上旬乃至8月下旬で気温の高い頃である。水田の落水期に近づくと次第に上昇を辿る。作土の上半部と下半部ではEhの下降上昇ともに上半部が先行して、下半部はあとに続く。Ehの下降上昇曲線において、火山灰土と沖積土の異なる点

は、火山灰土に比べ沖積土の方が早い時期に上昇を始め、昇り方が除々であり、火山灰土は上昇開始の時期がおそく、かつ上昇は急速である。Eh低下の程度は略同様であるが、最低線を持続する期間は火山灰土の方が稍長い傾向がある。Ehの変化と共に二価鉄、その他の還元物質の生成は略平行的である。作土の上半部と下半部における二価鉄の生成はEhが上昇を開始する頃までは上半部に多く、その後は下半部の方に多くなる。二価鉄の生成は鉄還元菌の作用によるもので、活動源として炭素と温度とを必要とし（山中等⁽¹¹⁾）又二価鉄生成曲線は地温曲線に類似する（井利等⁽¹²⁾）ことなどが知られている。二価鉄生成量は、下川俣、相の沢、蒲須坂、下小倉の順で、特に老朽化水田の下小倉では極めて少かつた。下川俣、相の沢は落水時作土に膜状斑鉄を認め、蒲須坂下小倉は斑鉄がなかつた。作土中の膜状斑鉄は相の沢では代掻後に下川俣では田植後に消失して、落水後、作土の中間部から再現し始めその後下方にも生成を見た。二価鉄の消長は斑鉄とも関係があると推定される。なお湛水による土色の変化は、火山灰土では腐植の黒さにより明かでなく、沖積土では明瞭に観察された。

(2) 下層土の変化について

調査地は何れも灌漑水の滲透性水田で、湛水中下層土の水分は若干増加するが各地の各層ともその土壤が持つ最大含水量を下廻つていた。なお試坑時間中過剰水のしみ出ることもなかつた。灌漑水は空隙を通じ山崎等⁽¹²⁾のいう不飽和滲透をするものと思われる。

土壤の密度は湛水中と落水後では大差がなく、現地容積重も若干の増減はあるが、作土におけるが如き変化は認められない。以上の点については火山灰土と沖積土の相違はないが、下層土における斑鉄の分布、形状、色などは顕著に異つてゐる。即ち火山灰土においては、作土直下の才Ⅱ層に5cm内外の厚さで巾せまく、管状を主とした暗い橙色の斑鉄が富む程度にあり才Ⅲ層以下の下層土には斑鉄を認めない。斑鉄集積部位の鉄含量はその上又は下に比べて特に多い。沖積土は才Ⅱ乃至才Ⅲ層に管状、膜状又は点状の斑鉄を含む又は富む程度にあつて、

且つその集積層の厚さが火山灰土の場合より厚く、一般に深い下層土まで斑鉄が続いて分布している。

地表に湛水すると、下層土のEhは、火山灰土の場合、才Ⅱ層即ち酸化鉄集積層（鋤床）だけが、気温の上昇した7月に入ってから低下する。但し作土の如き低下は見られず落水期には殆んど酸化状態となる。斑鉄のない才Ⅲ層以下はEhの動きが殆んどない。二価鉄の生成はEhと平行的で才Ⅱ層に若干の生成が行われたが才Ⅲ層以下には全く生成が見られなかつた。沖積土における才Ⅱ層のEhは火山灰土より早い時期に低下し、落水後上昇する。低下の程度は火山灰土の場合と同様である。才Ⅲ層も才Ⅱ層に次いで低下するが、その程度は僅かである。才Ⅳ層以下斑鉄があつてもEhの動きは極少である。二価鉄の生成は才Ⅱ層以下順に少なくなる。湛水中斑鉄は消失するものと、消失しないものがあり、比較的小形の膜状のものが湛水によつて消失した。消失した斑鉄は落水によつて再び生成した。二価鉄の生成にはある種の斑鉄が関係をもつようであり、今後斑鉄の生成機構、斑鉄の色、形状などと鉄の形態の関係など更に究明する必要がある。

火山灰土と沖積土の湛水中における変化は土層形態との関連で明かな相違がある。

V 要 約

火山灰土と沖積土の灌漑水滲透性の水田を対象にして、湛水下における土層断面の変化を調査した、その結果を要約すると次のとおりである。

(1) 湛水中の現地容水量は、作土上半部だけが、その土壌の最大容水量以上の水分を含む外、作土下半部以下は常に最大容水量に達せず不飽和状態である。

(2) 湛水攪拌により、作土上半部の貫入抵抗は、極めて微弱となるが、下半部の密度は上半部より大である。下層土の密度は湛水前と大差がない。

(3) 湛水期間中作土の容積重は上半部より下半部が常

に重く、落水により両者の差は少くなる。下層土の容積重は湛水、落水により大差がない。

(4) 作土において、湛水による還元化は上半部が先行し、落水による酸化は下半部がおそくなる。

(5) 作土の二価鉄及びSulfide-Sの生成はEhの下降上昇曲線より稍々おくれ作土の上半部に多く、下半部に少い。

(6) 才Ⅱ層以下の下層土における還元化並びに二価鉄の生成等は火山灰土と沖積土で顕著な相違があり、火山灰土の才Ⅲ層以下は湛水中酸化状態を保ち、二価鉄の生成がない。

(7) 湛水による土色の変化は、沖積土の作土が青灰色を帯びるが、火山灰土の変化は観察されず、又火山灰土、沖積土水田とも下層土の変色は認められなかつた。

(8) 湛水した後土層断面における斑鉄は消失するものと、存続するものがあり、上層位の斑鉄で小形の膜状斑鉄は消失し、落水後酸化により再び発現した。

(9) 斑鉄の形態、作土の分化等に関し、更に研究する必要があることを認めた。

引 用 文 献

- (1) 井利、丸田、高橋、久保田：土肥誌 28, 12 (1958)
- (2) 井利、丸田：土肥誌 28, 12 (1958)
- (3) 山崎、他：土肥講演要旨集才3集 (1957)
- (4) 山崎、瀬川：土肥講演要旨集才4集 (1958)
- (5) 川口、喜田、久馬：土肥誌 27, 1 (1956)
- (6) 山中、中村、松尾、木村：土肥誌 28, 8 (1957)
- (7) 熊田、浅見：土肥講演要旨集才3集 (1957)
- (8) 高井：土肥誌 26, 11 (1956)
- (9) 鈴木、志賀：中国農試報告 2, 1 (1953)
- (10) 青峰、本莊：土肥誌 24, 4 (1953)
- (11) 山中、木村：土肥誌 29, 3 (1958)
- (12) 山崎、田淵：土肥講演要旨集才5集 (1959)

Studies on the Transformations of Paddy Soil Profiles under Flooded Condition(part I)

On the Transformations of Volcanic and Alluvial Paddy Soiles

Toshio KONO, Masayuki NAKANO and Kaoru MIURA

Summary

We studied on the transformation of Volcanic and Alluvial paddy soil profiles, that were water percolative, under flooded condition.

The conclusions obtained were as follow.

- 1) Under flooded condition, field moisture capacities on the upper half of plowed layers, were larger than their maximum water capacities, but on the lower zones than the lower half of plowed layers, they were always smaller than their maximum water capacities.

Therefore, they were always unsaturated by water.

- 2) On the upper half of plowed layers, soil-densities became small, by mixing with stagnant water, but on the lower half, they were larger than the upper half.

The soil densities were generally uniform on the lower zones than the plowed layers.

- 3) On the volume weights, the lower half of plowed layers were always larger than the upper half for the flooded period, and by drainage, both difference became small.

The volume weights of lower zones, were unvariable, by stagnation and drainage.

- 4) On the upper half of plowed layers, reduction by flooding preceded the lower half. but oxidation by drainage was late.

On the oxidation by drainage, Volcanic ash paddy soiles were later than Alluvial.

- 5) In the plowed layers, the formation and disappearance of ferrous iron and sulfide-S were later than rising and falling of Eh.

In the upper half of plowed layers, ferrous iron and sulfide-S were more than the lower half.

- 6) In reduction and formation of ferrous iron on the lower zones than the second zones of paddy soil profiles, we observed large differences between Volcanic and Alluvial.

For the flooded period the lower zones than the third zones of Volcanic ash paddy soiles, usually kept oxidized states. and ferrous iron were disappeared.

- 7) The soil-colors of Alluvial paddy plowed layers, became blue-gray a little, but on the Volcanic ash paddy, the variations of soil colors were unobserved.

On the lower zones, the soil colors were unvariated for the flooded period. both Volcainc and Alluvial paddy soiles.

- 8) After flooding, a part of mottled irons, on the soil profiles were disappeared, but other part were continued as their begining states.

small film-mottles disappeared by flooding and appeared again by drainage, on the upper parts of soil profiles.