

# 秋落水田土壌二価鉄生成について

河野利雄・中野政行・三浦 薫

Studies on formaton of ferrous ion in  
ages paddy soils

Toshio KŌNO, Masayuki NAKANO, Kaoru MIURA.

## は し が き

老朽化水田の作土には活性鉄が少く、水稻秋落の要因となつてゐることは多数の研究によつて明かである。筆者等は秋落水田改良のため含鉄資材の客入に関する試験を実施し、試験地における遊離硫化水素の発生状況を定性的に調査して来たが、乾土の場合遊離酸化鉄の多い土壌の試験区が、より少い試験区に比べ硫化水素発生が多

い場合が見られた。従つて湛水中遊離酸化鉄の活性化は土壌によつて差があるものと考え、数個所の秋落水田作土を供試して二価鉄の生成を調べたのでその結果を報告する。

## I 供試材料

県内において秋落程度を異にする5ヶ所及び非秋落の2ヶ所計7ヶ所の水田作土を採取して供試した。供試土壌の採取地、秋落程度、鉄含量等は表1表の通りである。

表1表 供試土壌 (数値は乾土中%)

供試土	採 取 地	秋 落 程 度 等	Humus	Het HCL Solu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % (A)	F <sub>0</sub> ee Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % (B)	B A	水分
A	河内郡上河内村下小倉	鬼努川、沖積土、壤土 強秋落水田	7.17	2.573	0.460	18.1	42.3
B	大田原市平沢	箒川、沖積土、埴壤土 強秋落水田	6.23	2.385	0.692	29.1	39.8
C	上都賀郡栗野町大越路	柏尾川沖積土、砂壤土 強秋落水田	5.79	3.451	0.873	25.3	41.7
D	塩谷郡氏家町松山	火山灰質沖積土、埴壤土、 弱秋落水田	10.40	3.333	0.577	17.3	48.6
E	大田原市宇内川	火山灰質沖積土、埴壤土、 弱秋落水田	8.34	2.949	0.607	20.6	38.0
F	宇都宮市下川俣町	山田川沖積土、埴壤土 非秋落水田	6.87	4.513	1.455	32.2	43.8
G	宇都宮市今泉町(本場)	火山灰土、埴壤土、非 秋落水田	9.33	3.868	1.518	39.2	46.4

Free-Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> はTruog 法によりdipyridyleにて比色したもので強秋落水田では0.40~0.87%弱秋落水田は0.57~0.60%非秋落水田は1.48~1.51%を含み、それは熱塩酸可溶鉄に対し17~32%に当つていた。なお腐植は Tiu lin法により水分%は供試した時の水分含量である。

## II 実験方法

採取土壌は風乾せず生土のまま、2mmの篩を用いて粗大物を除き、これを250ccの広口瓶に各々に200gr填充し別に澱粉を乾土換算にて0.1%の割に均一に土壌と混合したものをつくり、前と同様に瓶につめた。これ等に水面の高さが2cmとなるように蒸溜水を加え、30°Cにて

所定の期間incubateした。incubate後3. 7. 10. 20. 30 40日目毎にそれぞれ二価鉄を測定し、併せてPH、Eh、NH<sub>3</sub>-Nを調べた。

二価鉄の定量は熊田氏の方法に準じIN、NaC<sub>2</sub> H<sub>3</sub> O<sub>2</sub> 200ccを三角フラスコに取り、土壌49grを秤量して試薬中に入れ室温にして2時間振盪し濾液をL-L-dipyridileにより比色定量した。PHはガラス電極、Ehは白金電極、NH<sub>3</sub>-Nは土50grに10%KCl 200ccを加え、濾液について常法により定量した。

## III 実験成績

各時期別のFeの生成量は表2表の通りである。

才2表 Feの生成量(乾土当mg)

土壌別	澱粉の有無	原土	incubate 日数					
			3	7	10	20	30	40
A	なし	5.3	30.9	48.7	45.6	58.6	53.8	52.6
	あり	5.3	45.5	59.9	54.7	53.6	58.5	53.8
B	なし	5.7	37.9	52.9	59.4	81.4	73.4	87.6
	あり	5.7	73.0	78.8	83.9	86.6	82.1	89.4
C	なし	4.5	29.6	42.0	44.5	58.3	60.4	68.1
	あり	4.5	46.6	63.9	60.9	62.9	68.9	70.5
D	なし	4.3	48.4	90.3	79.8	93.6	119.8	124.5
	あり	4.3	80.1	97.6	121.4	119.9	137.7	122.4
E	なし	3.5	58.6	73.9	65.9	93.8	118.7	139.3
	あり	3.5	59.4	80.6	84.6	120.5	144.9	148.1
F	なし	6.3	20.2	100.8	210.3	281.1	323.2	402.6
	あり	6.3	94.4	266.9	271.2	325.9	440.1	439.2
G	なし	3.7	43.3	145.3	161.1	271.6	372.7	404.6
	あり	3.7	54.0	270.3	289.1	340.4	437.1	414.3

才3表 PH Ehの変化とNH<sub>3</sub>-Nの生成(乾土当mg)

土壌別	澱粉の有無	項目	原土	incubate 日数					
				3	7	10	20	30	40
A	なし	PH	5.7	5.6	5.9	6.1	6.2	6.3	6.2
		Eh	645	404	382	64	24	31	11
		NH <sub>3</sub> -N	12.9	22.4	25.9	21.0	14.9	14.5	14.6
	あり	PH	5.7	5.7	5.9	6.2	6.2	6.2	6.1
		Eh	645	335	217	97	8	45	1
		NH <sub>3</sub> -N	12.9	17.6	19.3	21.6	17.4	17.6	16.9
B	なし	PH	5.6	5.6	5.8	6.2	6.3	6.3	6.1
		Eh	659	398	338	0	-61	-14	-69
		NH <sub>3</sub> -N	13.3	24.3	27.7	22.4	20.4	22.2	20.1
	あり	PH	5.6	5.7	5.9	6.2	6.2	6.3	6.3
		Eh	659	275	165	7	-51	-65	-74
		NH <sub>3</sub> -N	13.3	20.4	22.1	17.9	17.8	16.3	21.1
C	なし	PH	5.7	5.7	5.8	6.2	6.3	6.3	6.2
		Eh	657	427	387	223	41	125	60
		NH <sub>3</sub> -N	12.9	15.6	22.5	21.4	12.4	11.9	10.2
	あり	PH	5.7	5.8	5.9	6.2	6.2	6.4	6.4
		Eh	657	308	223	190	25	50	35
		NH <sub>3</sub> -N	12.9	16.2	17.0	13.2	12.4	11.2	12.6
D	なし	PH	5.8	5.8	5.8	6.0	6.4	6.4	6.3
		Eh	658	429	383	203	-28	25	-21
		NH <sub>3</sub> -N	14.3	24.7	26.5	22.4	17.5	17.8	18.9
	あり	PH	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.4	6.3
		Eh	658	330	190	103	35	5	-19
		NH <sub>3</sub> -N	14.3	18.9	21.0	19.0	17.8	19.3	22.5
E	なし	PH	5.6	5.7	5.9	6.1	6.1	6.4	6.3
		Eh	678	480	413	240	75	66	-21
		NH <sub>3</sub> -N	6.5	16.6	30.9	20.4	13.5	15.2	16.2
	あり	PH	5.6	5.6	5.8	6.1	6.1	6.1	6.2
		Eh	678	342	233	160	25	15	-24
		NH <sub>3</sub> -N	6.5	20.6	20.6	14.6	12.9	16.5	18.8
F	なし	PH	5.7	5.8	6.1	6.5	6.5	6.7	6.6
		Eh	674	500	433	308	118	95	40
		NH <sub>3</sub> -N	8.7	21.6	28.2	21.3	18.1	19.2	17.0
	あり	PH	5.7	5.8	6.3	6.8	6.7	6.8	6.8
		Eh	674	345	207	130	1	-35	-19
		NH <sub>3</sub> -N	8.7	17.4	23.4	18.3	20.4	19.6	18.1
G	なし	PH	5.9	5.8	6.2	6.5	6.6	6.8	6.7
		Eh	670	453	373	220	81	71	-24
		NH <sub>3</sub> -N	14.5	21.9	36.1	26.4	23.4	23.4	25.3
	あり	PH	5.9	5.9	6.4	6.6	6.7	6.9	6.9
		Eh	670	300	190	110	-28	-25	-29
		NH <sub>3</sub> -N	14.5	23.2	24.4	19.7	21.9	25.8	25.3

Feの生成は土壌別、時期別、澱粉の有無等により次の如き差異が見られた。

澱粉のない場合 A、B、C、D、E各土壌は7日目までかなり急に増加するが以後の増加率が減少する。特にA、B、Cでは10日目以後の増加が少なく、20日目からは平衡に達し最高生成量がAでは58mg、Bでは87mg、Cでは68mgであった。DE土壌は10日目から漸次増加し、Dは124mg、Eは139mgとなつた。

一方F、G土壌は40日目まで増加の一途を辿りその生成量は400mgに達した。

澱粉を添加した場合 A、B、C土壌は10日目迄は無添加に比べ生成が多く以後は無添加区と大差がなく、生成量のピークはいずれも7日頃で以降平衡状態となる。D、E土壌は30日目迄は各々無添加の場合より生成量が多く、以後略平衡に達した。

F及びG土壌では7日迄急増し其の後もかなりの増加率で増え何れも澱粉のないものに優り30日以後平衡に達した。

次にPH、Eh、NH<sub>3</sub>-Nの消長を示すと才3表の通りである。PHの変化を見ると全般的には3~10日目に上昇し以後変化が少なく、6.2内外のもの、6.6内外のものになつた。土壌別にはA、B、C、Eでは殆んど同様な傾向であり当初5.6乃至5.8から7日目に5.8乃至5.9となり、10日目には6.0乃至6.2で以後6.1乃至6.4に経過した。澱粉の有無では差異がない。

D土壌では、当初から7日

まで5.8乃至5.9で経過し、10日目に6.0となり、澱粉無添加区20日目に、澱粉添加区は30日目に高まり6.3乃至6.4となつた。

FとG土壌はincubate当初5.7乃至5.9で10日目までに6.1乃至6.4となり更に30日まで徐々に高まり6.7乃至6.9となり、澱粉添加区は常に高かつた。

Ehの低下状況は次の通りである。全般的には澱粉添加の場合、無添加よりEhが低下した。澱粉の有無と低下の状況を夫々比較してAとB、CとD、E、F、Gのグループに分けられる。即ち、AとBは10日目に殆んど最低に達し、以後大差がなく経過した。澱粉の有無では、添加区が10日までに直線的にさがりが無添加区は3日から7日の間において一時低下が緩まんな時がある。

C及びDは20日目までに低下し、以後30日には僅かに上昇し、40日目には20日目の状態に復した。澱粉の有無については10日目迄は澱粉区のFhが低く無添加区は3日から7日までの低下度が緩まんである。

E、F、G土壌は澱粉のない場合20日目までかなり急にそれ以後かんまんに低下し、40日目では概ねOmvとなつた。澱粉を加えると20日までに次に低下してOmvに達し以後は大差がない。

次にNH<sub>3</sub>-Nの生成は澱粉のない場合、各土壌とも原土が9~15mgでありincubate 7日目には22~36mgの生成を見て最高となり、10日目又は20日目には少くなり(12~23mg)以後増加の傾向のあるものが3、稍減少のものが1、大差のないものが3となつた。

澱粉添加の場合7日目の生成は無添加に比べかなり少く17~24mgであつて10日目にはA土壌のみ生成量が増え、その他は何れも減少した。その後増加の傾向を示したものはB、D、E、Gの4土壌で大差がないものはA、C、Fの3土壌であつた。

#### IV 考 察

以上、秋落程度の異なる7種の土壌について incubate して二価鉄の生成を検し、PH、Eh、の変化、NH<sub>3</sub>-Nの生成量を分析した。PH、Eh、Feの消長を各土壌別に図示すると、才1図から才7図の通りとなる。水田に湛水した場合、微生物が主動的に活動して土壌は酸化から還元状態を呈する。還元の進行は土壌中に存在する酸化還元系物質の量によつて異なることが考えられている。

A、B、C各土壌は、秋落程度が強いと言はれておる土壌であり、遊離鉄は夫々0.46、0.69、0.87%であるが二価鉄の生成量は何れも少なく且つ早期にその生成が平衡状態となる。この場合 Ehの低下はA、Bは極めて早く、Cでは稍おくれたが澱粉添加と無添加のEhの低

下状況は7日目頃に差が大である。

D、E土壌は弱秋落水田土壌で遊離鉄は0.58%、0.61%であり二価鉄の生成量は、強秋落より多く、Ehの低下は稍おくれた。

F、Gの非秋落水田土壌では遊離鉄1.46、1.52%であり、二価鉄の生成量が最も多く、Ehの低下は比較的徐々に行なわれ、澱粉添加区と非添加区とは常に添加区が低く、40日incubateによつて近接した。今、遊離鉄に対する二価鉄の生成の割合を見ると才4表の通りとなり、強秋落水田土壌は11~18%、弱秋落水田土壌は30~35%非秋落水田土壌は38~43%となつた。各時期別にその比を図示すると才8図の通りである。Ehの低下と二価鉄の生成は略平行的に行なわれるが、秋落水田土壌では概してEhの低下が速く非秋落水田土壌では緩まんである。

二価鉄の生成量は、強秋落水田土壌が少なく、非秋落水田土壌は多く、弱秋落水田土壌はその中間にあり、遊離鉄と二価鉄生成量の比は秋落の程度と密接に關係する。

才4表 遊離酸化鉄に対する二価鉄生成量の割合(%)

土壌別	澱粉の		incubate 日 数						
	有	無	原土	3	7	10	20	30	40
A	なし	あり	1.6	9.6	15.1	14.2	18.3	16.7	16.4
	なし	あり	1.6	14.1	18.6	17.0	16.7	18.2	16.7
B	なし	あり	1.2	7.8	10.9	12.3	16.8	15.2	18.1
	なし	あり	1.2	15.1	16.3	17.3	17.9	16.9	18.5
C	なし	あり	0.7	4.8	6.9	7.3	9.5	9.9	11.1
	なし	あり	0.7	7.6	10.5	10.0	10.3	11.3	11.5
D	なし	あり	1.1	12.0	22.4	19.8	23.2	29.6	30.8
	なし	あり	1.1	19.8	24.2	30.0	29.7	34.1	30.3
E	なし	あり	0.8	13.8	17.4	15.5	22.1	27.9	32.8
	なし	あり	0.8	14.0	19.0	19.9	28.4	34.2	34.9
F	なし	あり	0.6	2.0	9.9	20.7	27.6	31.8	39.6
	なし	あり	0.6	9.3	26.2	26.7	32.0	43.3	43.2
G	なし	あり	0.3	4.1	13.7	15.2	25.5	35.1	38.1
	なし	あり	0.3	5.1	25.5	27.3	32.1	41.2	39.0

従来土壌の活性鉄を標示するため、一般にTrouw法による遊離酸化鉄が用いられているが、遊離酸化鉄と土壌の還元化に伴う二価鉄の生成量は土壌によりかなり差があり、所謂、秋落程度を考察するための一指標として遊離酸化鉄の多少が問題であつたが、同時に還元化に伴う二価鉄の生成量をも考慮する必要があると考えられる。

さきに現地試験において遊離酸化鉄の多い区に硫化水素発生が多かつたことは、恐らく還元による二価鉄の生成が少なかつたものと推定される。

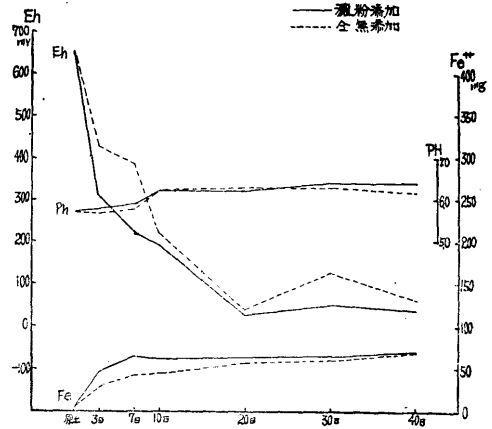
なお本試験におけるNH<sub>3</sub>-Nの生成量が一般に少なかつたことは、湿润土をincubateしたことによると考えら

れる。incubate後、7日においてピークが見られ、而して、10日に急激に減少することは、Ehの低下に伴って生成したNH<sub>3</sub>-Nが微生物体の構成に利用されたものと推定され、なお澱粉添加区の7日目の生成量が、概して少ないことは、Ehの低下と考え合せ、微生物の増殖が非添加区比べ、多かつたものと想像する。

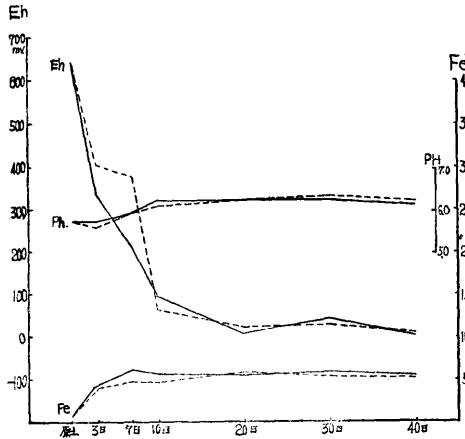
要 約

秋落の程度を異にする水田の作土を選び、湿潤土を30°Cで40日間 incubateして、その間二価鉄の生成量を調べた結果、秋落の強度な水田作土は酸化還元電位の低下が早く、二価鉄の生成量は少く、且つ初期に殆んど生成され以後略平衡状態を保つた。Trough法による遊離酸化鉄の量と二価鉄生成量の割合は秋落強度の水田作土が最も小であつた。これに対し非秋落水田の作土は酸化還元

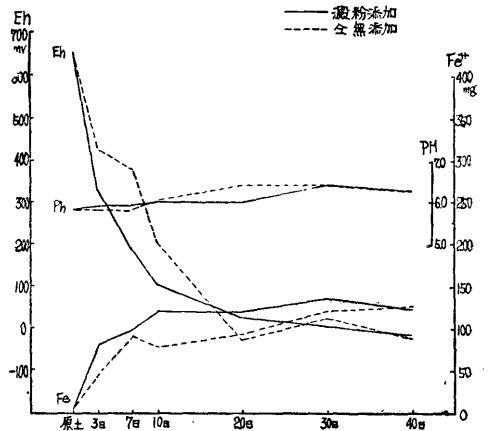
電位の低下が緩慢で、二価鉄の生成量は多く且つ漸増的で遊離酸化鉄に対する割合が大であつた。秋落の弱度な水田作土は兩者の中間を示し、遊離酸化鉄に対する二価鉄生成量の割合は秋落の程度と著しい関係が見られた。



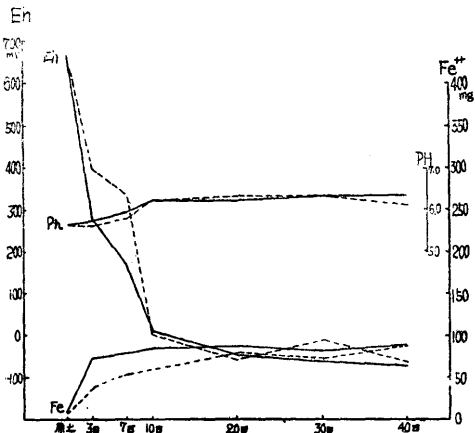
才3図 C 土壤



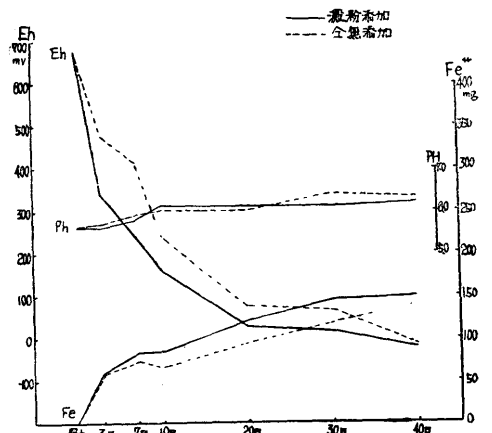
才1図 A 土壤



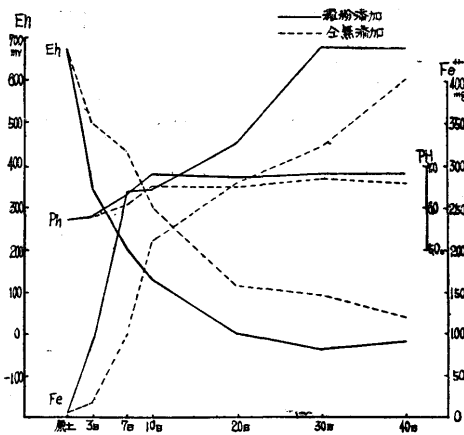
才4図 D 土壤



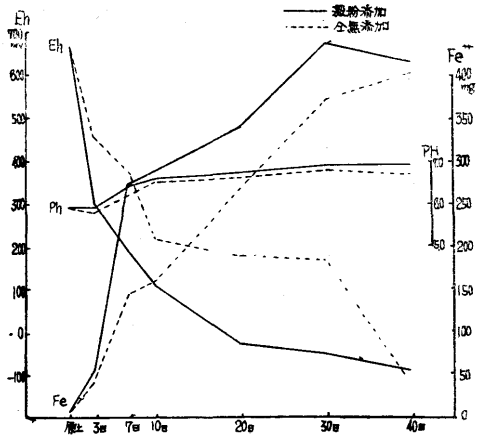
才2図 B 土壤



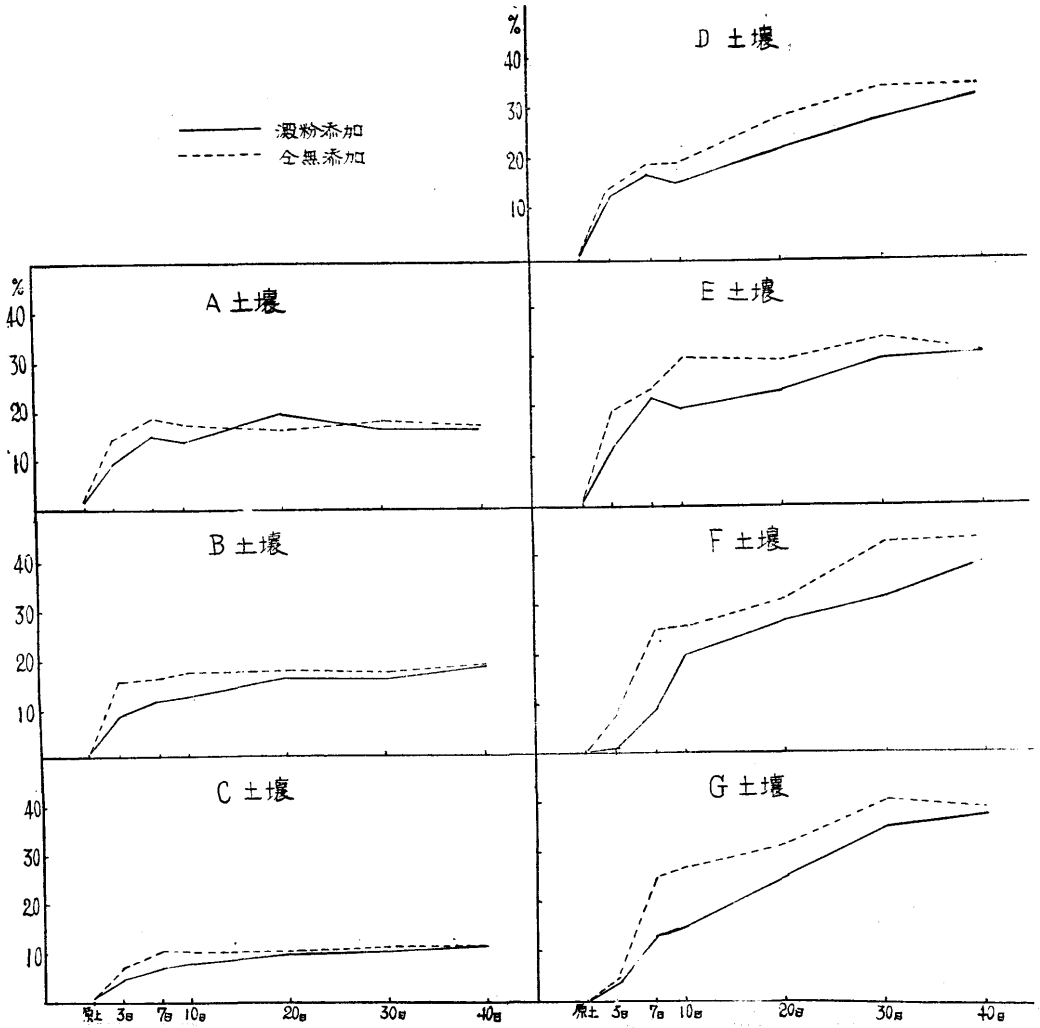
才5図 E 土壤



才6図 F 土壤



才7図 G 土壤



才8図 遊離酸化鉄と二価鉄との関係

## 参 考 文 献

- 鈴木・原田：秋落水田土壤の理化学的特性 才1報  
中国農試報告 3巻1号
- 熊田・浅見：水田土壤中の二価鉄の定量法 土肥講演  
要旨集才3集
- 山中・他3：土壤グライ化に関する研究(才1報) 土  
肥28巻8号
- 鈴木・本谷：湛水土壤の酸化還元系について(才5報)  
土肥21巻4号
- 山中・他3：研究成績(農技研化)昭和31年度

# 正 誤 表

ペ ー ジ	誤	正
目 次	鶴見一	鶴見一
1	なほ	なお
2	12%	13%
2, 5 (表)	慣行区対比率	標準区対比率
2	坪当本数	坪当穂数
3 (表)	5%	5%水準
3	溶 磷	熔 磷
4, 5, 6, 7(表)	それは	慣行区の
11	坪当茎数	坪当穂数
11	減 収	減 少
12	思かれた	思われた
22	CIPC	CIPC
"	風乾物瓦当	風乾物100瓦当
23	置検容量	置換容量
"	Fe O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
30 (表)	Ehメーター	Ehメーター
" (表)	宇内川	宇田川
" (表)	塩壤土	埴壤土
" (表)	Her	Hot
" (表)	Foee	Free
" (表)	BA	A/B
"	49gr	4gr
"	L-L-dipyridle	α-α'-dipyridyle
31	incudate	incubate
33	非添加区比べ	非添加区に比べ
39	発病調査は才1章の基準で	発病調査はⅡの基準で
40	農事改良資料才13	農事改良資才139
41	Peaohes	Peaches
"	2箇年	2ヶ年
42 (左.5)	有袋のもの	有袋のもの
"	500	50.0
45	大きい。着色面積	大きい着色面積
"	3箇年	3ヶ年
"	黒星の発生	黒星病の発生
46	478	47.8
47 (右.9)	1957	1954
"	考え合せ	考え併せ
48 (右.31)	1947	1957
" (右.33)	1957	1953
" (右.44)	無無果実	無袋果実
49	Shuniti	Shunniti
52 (表)	ASh	Ash