

火山灰水田における効果的水利用に関する研究

第3報 転換畑における地下水位の高低と導入作物の生育について

阿部盟夫・古野昭一郎*・内田文雄

I 緒言

栃木県における水田面積の約40%は多湿黒ボク土であり、この土壌群が転作面積に占める割合はもっとも多い。水田利用再編対策の推進のためには、これら多湿黒ボク土に排水対策を含めた水管理技術の確立が必要である。とくに、用排水が分離されていない場合には、多雨時の冠水や畦畔浸透による田面水の浸入など、隣接田の影響を受けやすい環境にある。

一般に水田を畑に転換した場合、水田の理化学的性質を残すため、作土層の保水力は普通畑より大きい反面、有効水分は少ない傾向にある(第1図)、加えて、水田は単粒構造であり畑転換しても急速には団粒構造が発達しにくい(第1, 2表)透水性も小さくなるのが推定される。したがって、作土層は比較的過湿過乾になりやすく水分環境的にみて必ずしも普通畑より恵まれているとは言えない。

以上のようなことから畑作物を転換畑に導入するには、適切な水管理が不可欠の要素になっている。

一方、近年転作畑に導入される作物の種類は多い。しかし、火山灰土壌の転換畑でこれら作物に対する土壌水分管理を扱った研究は少ない(5,8)。とくに、多湿黒ボク土において土壌溶存酸素の観点から要因解析を行った研究はほとんどない。

そこで著者らは、作物の種類に適した水管理を行うための基礎資料を得るため、地下水位調節ほ場を用いて試験を行った。

結果については1971年から3ヶ年を中心に検

討を加え、若干の知見を得たので報告する。

II 試験方法

1. 供試ほ場

試験ほ場は宇都宮市北部、標高160mの宝木段丘面が開析され南方向に開けた低地に位置する。従来水田に利用されていたが、1966~1967年には場整備し表土処理を行った。整備後直ちに水田に戻し、1971年畑に転換した。

供試ほ場はコンクリート枠で囲まれ1区画が面積108㎡、深さ1.0mの無底であり、地下水位の設定には付設水槽の水位を調節することにより行われる(第2図)。

地下水位の維持機能は、第3表に示したように20~60cmにわたる設定の水位に対し土3cmの範囲にあった。

土壌は深さ50cmまでが多湿黒ボク土であり、主な理化学性については第4表に示した。

2. ほ場の地下水位

高地下水位ほ場の水位は、作土に過湿を与える条件として、ほぼすき床層中央部が地表から20cmの深さに、低地下水位ほ場の水位は、作土に低水分条件を与えるため深さ60cmに、また、両ほ場の中間の水位として深さ40cmに、それぞれ設定した。

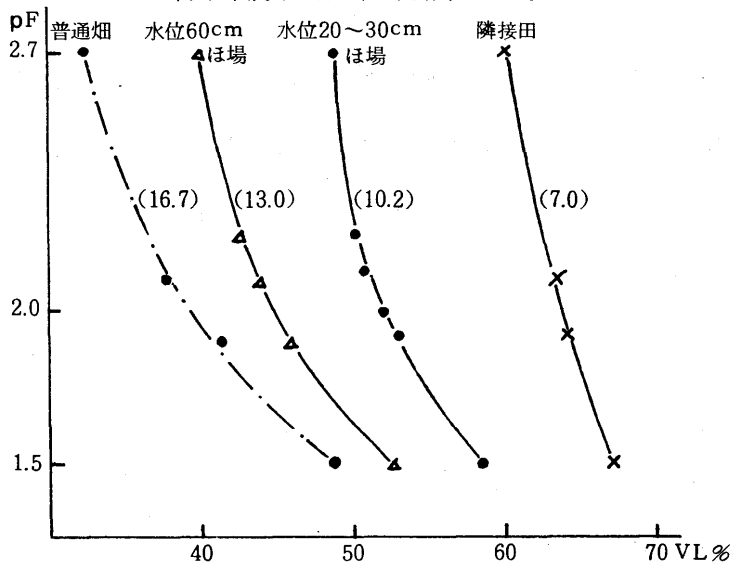
地下水位は作付期間中一定に維持した。

3. 供試作物

導入可能と考えられる16作物を選んで供試した。作物名および品種名、栽培様式、施肥量は第5表のとおりである。

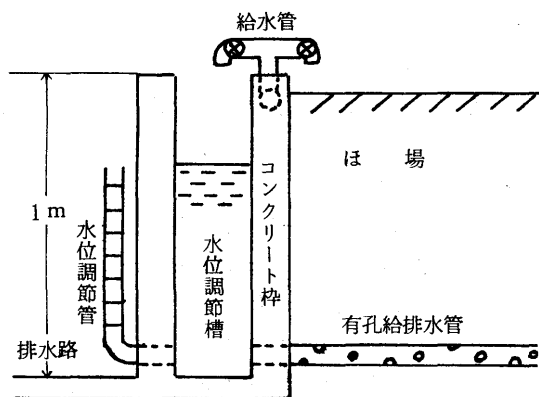
施肥は県の基準、耕種は当場の基準でそれぞれ行った。

* 現、栃木県普及教育課



第1図 火山灰土のpF-水分率関係 1979年

注1. ()の数値はpF1.5~2.7の有効水量 $\frac{m^3}{100m^3}$
 注2. 表層0~5cm間の土層で、耕起状態の測定値



4. 土 物理性の測定

土壌 pFについてはテンションメータ法、土三相は、実容積測定装置および乾熱器を用いた重量法でそれぞれ行った。

土壌酸素拡散速度 (O. D. R)は大起製の白金電極メータを用いて行い、土壌孔隙量については pF 0~2.2の範囲は吸収法で行い、pF 2.2~2.7の範囲は加圧板法で行った。

第2図 枠圃場の断面

第1表 供試ほ場(転換畑)の主な理化学性 1979年

ほ場 層位	深さ cm	土性	色	ち密度 mm	三相分布 %			容積重 g	
					Vs	V _L	V _A		
	1	0~13	CL	7.5YR1/1	15.5	27.1	47.7	25.2	71.7
地下水位	2	13~27	"	7.5YR0.5/0.5	23.7	32.4	51.2	16.7	82.9
60cm	3	27~40	"	"	17.0	28.3	55.0	16.7	75.9
	4	40~	L	7.5YR4/2	21.0	33.0	60.2	6.8	87.4
地下水位	1	0~13	CL	7.5YR1/1	4.0	28.5	54.8	16.7	75.5
30cm	2	13~27	"	7.5YR0.5/0.5	21.6	30.5	55.0	14.5	79.3

第2表 普通畑の主な理化学性 A・1978年, B・1980年

ほ場	層位	深さ cm	土性	色	ち密度 mm	三相分布%			容積重 g
						V _s	V _L	V _A	
A	1	0~15	L	7.5YR1.7/1	14	24.6	35.3	40.1	50.3
	2	15~35	SiL	7.5YR1/1	17	16.1	61.2	22.7	43.3
	3	35~62	SiCL	"	17	17.2	56.1	26.7	43.7
	4	62~腐朽細小浮石礫層(今市浮石層)							
B	1	0~20	CL	10YR2/1		22.6	33.2	44.2	60.6
	2	20~39	"	"	11	22.2	37.6	40.2	60.3
	3	39~63	"	10YR1.7/1	14	18.2	53.3	28.5	49.1
	4	63~	"	10YR2.5/1	18	17.2	59.2	23.6	50.0

注1. Aは栃木農試内ほ場で, 土壌統群は厚層多腐植質黒ボク土
Bは鬼怒川台地の畑, 土壌統群は厚層多腐植質黒ボク土

第3表 供試枠ほ場の地下水位維持能 1971年

ほ場 枠名	月日 設定水位	ほ場内の地下水位 (cm)								平均	標準 偏差
		9.21	9.30	10.9	10.20	10.29	11.9	11.20	11.29		
N-2	20 cm	20	20	19	21	19	18	18	19	19.3	1.04
"-5	"	17	18	18	20	19	18	17	18	18.1	0.99
N-1	40	37	39	38	38	39	37	37	38	37.9	0.85
"-4	"	40	40	40	40	40	38	39	38	39.4	0.92
S-1	60	59	58	59	59	62	57	59	59	59.0	1.41
"-4	"	63	60	62	62	61	61	63	60	61.5	1.20

第4表 供試ほ場断面の主な理化学性 1972年

層位	深さ cm	土性	色	ち密度 mm	ジピル		斑紋	粒径組成%				pH	全炭素 C %	全窒素 N %
					ジル	斑紋		粗砂	細砂	シルト	粘土			
1	0~13	CL	7.5YR1/1	-	-	Da.	23.1	24.9	33.4	18.6	6.2	8.6	0.50	
2	13~32	CL	7.5YR0.5/0.5	26	-	Db	24.9	24.7	31.4	19.0	6.3	8.5	0.48	
3	32~51	L	"	19	-	-	26.4	30.3	29.2	14.1	6.4	8.8	0.48	
4	51~72	L	7.5YR4/2	25	G+	Dd	42.3	23.5	22.1	12.1	6.4	1.4	0.10	

IV 試験結果

試験期間における気象概況は次のとおりである。1971年秋季は雨量が多く、同年の冬季から1973年にわたって気温はやや高めに経過し雨量は少なかった。

1973年7月から9月にわたる平均気温は平年より1.8°C高く雨量は平年の37%であった。

1. 地下水位の高低と土壌の物理性

1) 土壌三相

湿潤時(ほ場容水量時)と乾燥時の分布を第3図に示した。気相率については地下水位の低いほ場ほどその値が増大した。

湿潤時と乾燥時を比較すると、水位20cmほ場では気相率、液相率の変化は極く表層に限られていた。水位40cmほ場では、乾燥時 気相率は深さ10cmまで増大し液相率は逆に減少した。

さらに、水位60cmほ場では乾燥の影響が強

栃木県農業試験場研究報告第27号

第5表 耕種概要

試験年	作物名	品 種 名	播種期 (定植期)	栽 植 様 式	施 用 量 (kg/a)					備 考
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	苦 土 炭 力	炭 ル	
1971	キャベツ	四季エース	月 日 (9. 8)	畦巾×株間cm 72×40	2.0	1.7	2.0	10	100	
	ハウレンソウ	豊 葉	9. 10	60×条播	2.1	1.5	1.5	10	100	
	飼料カブ	ケンシン	9. 10	60×30	0.8	1.0	1.0	10	100	
1972	混播牧草	{オーチャードグラス ラジノクローバー	1971年 9. 7	0.2 kg/a 散播	3.4	3.0	3.4	10	100	
	ビールムギ	ニューゴールド	1971年 10. 28	60×条播	0.6	1.0	1.0	10	100	
	ダイズ	タチスズナリ	5. 25	60×10	0.15	0.8	0.8	8	50	ハウレンソウ跡
	ラッカセイ	千葉半立	5. 11	60×15	0.15	1.0	1.2	8	50	飼料カブ跡
	ソルガム	ハイブリット ソルゴ	6. 12	60×条播	2.3	2.0	1.0	10	100	ビール麦跡
	レタス	グレートレーク54	(9. 4)	50×40	2.0	2.0	2.0	10	100	
1973	混播牧草	{オーチャードグラス ラジノクローバー	-	-	2.85	0.75	2.85	-	-	前年度区に追肥
	ジャガイモ	男 爵	3. 26	60×30	0.8	0.8	1.0	7	50	ラッカセイ跡
	タマネギ	慶徳中甲高黄	1972年 (11. 2)	60×12×2条	2.0	3.0	2.0	15	100	ダイズ跡
	アツキ	在 来 種	7. 9	60×20	0.2	0.7	0.6	-	-	コムギ跡
	トウモロコシ	キーストンジュ ピリー	4. 24	70×30	1.2	1.2	1.2	-	100	
	ハクサイ	玉 錦	8. 24	60×50	3.0	2.0	3.0	-	100	トウモロコシ跡
	ニンジン	黒田五寸	7. 9	60×30×2条	1.5	2.0	1.8	-	-	タマネギ跡
コムギ	農林61号	1972年 10. 28	60×条播	0.85	1.0	0.8	5	75	ソルガム跡	

あらわれ、深さ15cmまで液相率の減少がみとめられた。

水位60cmほ場の深さ0~10cm間の気相率は、20%以上の値を示しもっとも大きかったが、水位20%ほ場では深さ5cm以下の気相率は常時5%以下の値を示した。

2) 土壌酸素拡散速度 (O. D. R)

火山灰土壌の場合、測定可能な範囲は pF 1.5~1.8であり湿潤な状態に限られる。

測定は作物根群による影響の少ない時期に行い、結果については第6表に示した。

水位20cmほ場では $11\sim 15 \times 10^{-8}$ の値を示し極めて低かった。水位40cmほ場では深さ10~15cmの深さで $13\sim 27 \times 10^{-8}$ の値を示し、余り高くなかったが、水位60cmほ場では 40×10^{-8} 以上を示

し、作物生育上良好な値であった。

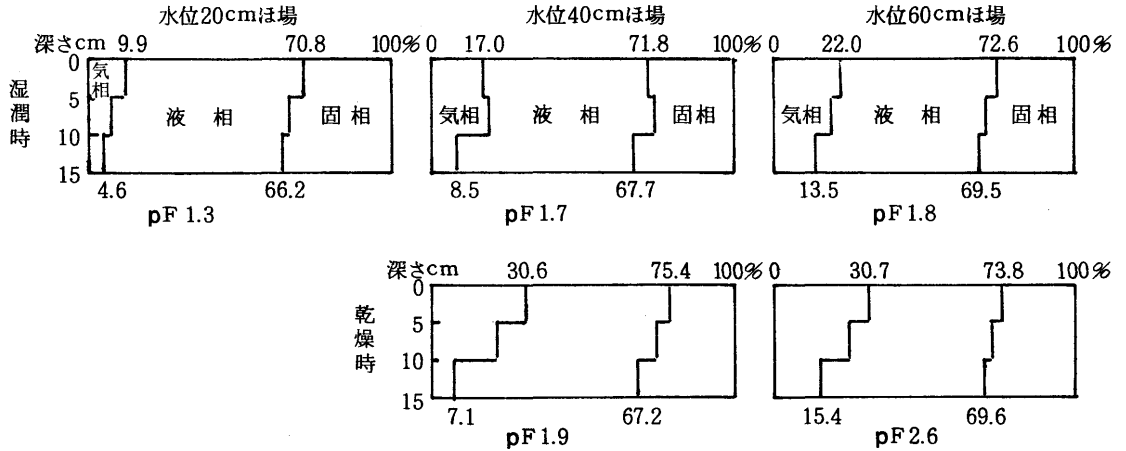
3) 土壌 pF の変動

1972年4月から9月までの測定結果を第7表に示した。これによると、明らかに地下水位の高低による影響がみとめられた。

すなわち、水位20cm及び40cmほ場では変動値も小さく、平均 pF は水位20cmほ場で1.30、水位40cmほ場で1.68を示し、これらの値より高くなった割合は前者で4%、後者で8%となり、測定期間中の大部分が湿潤状態にあったのに対し、水位60cmほ場では変動が極めて大きかった。

地下水位60cmほ場において地下水面から毛管水の上昇移動がスムーズに行われていれば、表層深さ3cmで pF 1.8程度の値が期待できるがこの結果では pF 2.33で推定値と大きな差が生

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究(第3報)



第3図 湿潤時と乾燥時の土壌三相 1972年

第6表 表層の土壌酸素拡散速度 (O. D. R)

1974年	深さ cm	水位	水位	水位
		20cm ほ場	40cm ほ場	60cm ほ場
5月17日	5	12.5	45.6	43.4
	15	14.9	26.6	42.8
5月23日	5	13.2	46.7	40.0
	15	11.0	12.5	44.6

注1. 単位は $10^{-8} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$

2. 測定は pF 1.5 ~ 1.8 の時

じ、夏季に晴天が続いた場合 pF 2.7 ~ 3.0 を示し、毛管連絡切断点近くまで乾燥した。

4) 作土層の低 pF 範囲の孔隙量

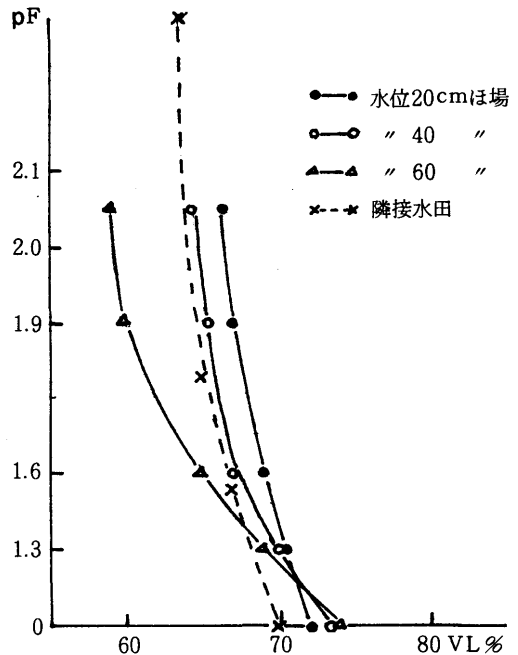
転換3年目における深さ0 ~ 5cm間土層の測定値を第4図に示した。

pF 0 ~ 1.6 の範囲の孔隙量を水位別に比べてみると、60cm > 40cm > 20cm の順になり、水位60cmほ場で増加したが、水位20cm, 40cm両ほ場では隣接田とほとんど変わらず少なかった。

5) ほ場の排水性

多雨後の pF 変動を第5図に示した。

pF の経時変動から、水位40cm, 60cm両ほ場では降雨後約1日で作土内排水が完了したが、水位20cmほ場では約2日間作土底部の土層は湛



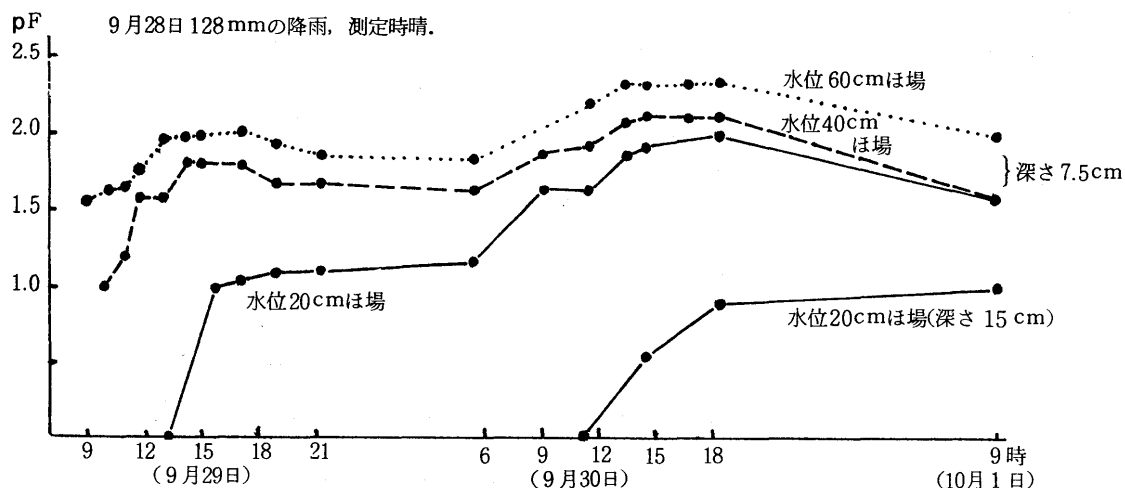
第4図 表層深さ7cmのpF - 水分率 1973年

水状態にあった。

2. 作物の生育と収量

各作物の生育、収量と地下水位との関係を第8 ~ 14表に示した。

これらの結果から、野菜については作物の種類によって傾向を異にし、ホウレンソウ、ハクサイ及びジャガイモは、高地下水位ほ場ほど初



第5図 多降雨後のpFの推移 1972年

期から生育が遅れ、収量の低下も著しかった。しかし、レタス、タマネギ及びニンジンでは地下水位の高低による収量への影響は比較的少なくレタス、タマネギは水位40cmほ場で収量品質とも優っていた。ニンジンは水位20cmほ場で奇形根が増加して品質を低下させた。キャベツは秋季の長雨の影響で全般に低収になり、収量差は明らかでなかった。

豆類についてはアズキがもっとも地下水位の影響を受け、高地下水位ほ場で莢数が減少し子実重は著しく低下した。また、ラッカセイは地下水位が高くなるほど100粒重、分枝数が減少し、子実収量を低下させた。しかし、ダイズは高地下水位ほ場で逆に子実収量が多かった。

コムギ、ビールムギは地下水位の影響を強く受け、地下水位の高いほ場ほど穂長、穂数が劣り、子実重も低下した。

飼料作物については、カブがもっとも地下水位の影響が大きく、水位20cmほ場の収量は、水位60cmほ場の約20%となった。また、ソルガムも高地下水位ほ場で草丈、茎径が小さくなり減収した。しかし、混播牧草はソルガムよりその影響が少なかった。

飼料作物の地下水位に対する反応の大きさは、

第7表 土壌pFの変動 1972年

地下水位 cm		20	40	60
水分張力 H_2O^{cm}	pF			
0 ~ 10.0	0~1.0	26	3	
10.0 ~ 15.5	1.0~1.2	19	6	3
15.5 ~ 24.6	1.2~1.4	40	15	5
24.6 ~ 38.9	1.4~1.6	23	16	9
38.9 ~ 63.1	1.6~1.8	4	53	12
63.1 ~ 100.0	1.8~2.0		17	22
100.0 ~ 154.9	2.0~2.2	1	2	10
154.9 ~ 245.5	2.2~2.4		1	17
245.5 ~ 389.1	2.4~2.6			16
389.1 ~ 616.1	2.6~2.8			13
616.1 ~ 1000.0	2.8~3.0			6
計		113日	113日	113日
平均水分張力 H_2O^{cm}		19.8	48.2	212.2
水分張力標準偏差		15.1	27.7	206.3
平均 pF 値		1.30	1.68	2.33

注1. 測定値は深さ2.5 cm, 朝9時の値

2. 測定は4月から11月まで113日間行った。

飼料カブ>ソルガム>混播牧草の順になった。

トウモロコシは水位20cmほ場で草丈、葉巾が劣り減収したが、水位40cm、60cm両ほ場間の差は少なかった。

第8表 葉菜の収量 (kg/a)

ほ 場	ホウレンソウ		レ タ ス		ハ ク サ イ		キ ャ ベ ツ					
	総 生 葉 重	11月25日 生根重	生 葉 重	外 球 重	生 球 重	結 球 重	生 球 重	個 体 重	生 葉 重	外 球 重	生 球 重	結 球 重
水位20cm	191	16	343	164	583	1.8	83	236				
" 40	304	22	536	305	870	2.6	93	229				
" 60	374	24	498	264	1,030	3.1	91	233				

第9表 ニンジン、ジャガイモ、タマネギの収量 (kg/a), 品質

ほ 場	ニ ン ジ ン					ジャガイモ			タマネギ	
	生葉 重	総生 根重	根長 cm	根径 cm	奇形根 割合%	生い も重	M(180g)以 上のいも重	デンプ ン価M	生球 重	M(190g) 以上の球重
水位20cm	160	242	10.9	4.2	10	95	6	11.5	693	645
" 40	298	266	12.9	4.2	3	245	53	13.5	883	873
" 60	296	267	11.7	3.8	5	365	150	14.9	707	675

第10表 マメの生育・収量 (kg/a)

ほ 場	ラ ッ カ セ イ				ア ズ キ				ダ イ ズ				
	茎重	上子 実重	莢数 個体	分枝 数	100 粒重	莢重	子実 重	莢数 株	稈長 cm	莢数 個体	莢重	子実 重	100 粒重
水位20cm	13.4	17.5	27	8	73.4	11.9	8.9	23.6	92	58	32.9	25.5	20.1
" 40	21.9	20.6	25	11	79.0	18.5	14.7	31.4	99	53	36.1	23.2	23.9
" 60	18.1	22.3	25	12	82.3	25.8	21.3	45.4	104	55	38.4	21.7	23.9

第11表 ムギの生育・収量 (kg/a)

ほ 場	ビ ー ル ム ギ				コ ム ギ					
	5 月 8 日 稈長 cm	31 日 穂長 cm	日 穂数 m ²	稈重	精麦重	稈長 cm	穂長 cm	穂数 m ²	稈重	精麦重
水位20cm	72	6.2	233	29.7	20.2	65	6.8	180	23.6	15.7
" 40	84	6.5	293	34.9	23.2	84	8.1	327	46.2	34.4
" 60	102	6.6	443	66.1	51.5	91	8.6	410	52.1	39.3

第12表 飼料作物の生育・収量 (kg/a)

ほ 場	ソ ル ガ ム			混 播 牧 草				飼料カブ						
	8 月 8 日 草丈 cm	8 月 8 日 茎径 cm	10 月 9 日 生草重	1972年 生草重	1972年 草種割合 O L	1973年 生草重	1973年 草種割合 O L	生葉 重	生根 重					
水位20cm	174	1.0	449	146	1.1	264	878	30	70	574	39	61	42	77
" 40	203	1.0	670	165	1.2	296	1,020	31	69	711	38	62	61	108
" 60	209	1.2	755	180	1.3	376	1,125	31	69	764	58	42	125	360

注 1. 牧草は4月上旬から11月中旬まで8回刈取りの計 O:オーチャードグラス L:ラジノクローバー

栃木県農業試験場研究報告第27号
 第13表 食用トウモロコシの生育・収量 (kg/a)

ほ 場	草 丈 cm	7 月 28 日		茎 径 cm	茎 葉 重	実 重 (カラ付)
		葉数 個体	葉 巾 cm			
水位 20cm	153	9.5	7.5	1.6	126.2	63.1
" 40	186	10.4	8.3	1.6	197.5	97.3
" 60	203	10.7	8.8	1.7	229.7	104.5

第14表 3ヶ年に供試した作物の収量比

作 物 名	水 位		作 物 名	水 位		
	20cm	60cm		20cm	60cm	
ビールムギ (精麦重)	87	222	ハウレンソウ (葉重)	63	124	
コムギ (")	46	114	ハクサイ (結球重)	67	118	
ダイズ (子実重)	110	94	キャベツ (")	103	102	
アズキ (")	60	144	レタス (")	54	87	
ラッカセイ (")	85	108	ソルガム (2回刈計)	72	115	
トウモロコシ (生実重)	65	104	飼料カブ (根重)	71	169	
タマネギ (球重)	79	80	混播牧草 {	オーチャードグラス	87	110
ジャガイモ (いも重)	34	138		ラジノクローバー	81	108
ニンジン (根重)	91	100				

注 地下水位 40cm ほ場を 100 とする。

IV 考 察

転換畑の水管理を行うためまず明らかにすることは、地下水位の高低に影響される土壌の物理性と作物の生育収量に対する検討である。

とくに、作土層における気相率、土壌酸素拡散速度及び土壌水分の検討は、作物の湿害低抗性との関連において重要である。

本試験の結果を考察すると次のとおりである。ムギ類、ジャガイモ、ハウレンソウ、ハクサイ及びカブは根の酸素要求量が多く^{2,6,11)}、土壌過湿による障害を受ける程度の大きい作物と言われている^{4,8)}。また、アズキは地下水位50cm以下の条件で好結果が得られている⁸⁾ ことから、これら作物の溶存酸素要求量は極めて多いものと考えられる。

したがって、土壌気相率20%、O.D.R 値 27×10^{-8} 以下を示す水位20及び40cmほ場において

土壌中の溶存酸素の不足が減収の主な原因になったものと推察される。

ラッカセイ、トウモロコシ、ソルガム及び混播牧草も地下水位の高いほ場ほど収量が低下する傾向を示した。しかし、その割合は前述7作物より明らかに小さい。

橋爪ら⁸⁾の結果によれば、ラッカセイ、トウモロコシの収量は地下水位40cm以上で低下する傾向にあることを示し、Stolzy⁷⁾の結果によれば、トウモロコシの生育はO.D.R 値が 35×18^{-8} でも溶存酸素が不足しないことを推定した。また、森ら¹¹⁾の結果ではソルガム、イタリアンライグライス及び混播牧草の根の伸長に対する臨界空気率はほぼ15%であることを示した。

したがって、これら作物の土壌中の溶存酸素要求量は前述7作物より少ないものと考えられる。しかし、10cm以下の土層の気相率が13~15%、D.D.R 値 $15 \sim 27 \times 10^{-8}$ を示す本試験の水位

火山灰水田における効率的な水利用に関する研究(第3報)
第15表 ダイズ(タチスズナリ) 根の活力・TTC還元力(1個体当り)

水位40cmほ場			ポット(土壌水分適湿)			ポット(湛水状態)		
全重 g	根重 g	r/gFW	全重	根重	r/gFW	全重	根重	r/gFW
13.1	4.2	381 (1582)	13.4	3.9	131 (510)	8.4	3.5	71 (142)

注1. ほ場; 9月19日葉の黄変期 ポット; 発芽後26日目

注2. ()は全根当り

40cmほ場と、気相率5~10%, O.D.R値 $11 \sim 14 \times 10^{-8}$ を示す水位20cmほ場では、やはり溶存酸素の不足が生育に影響を及ぼしたものと考えられることから、上述の11作物に対しては作土の気相率20% O.D.R値 40×10^{-8} 以上の条件が必要であり、そのためには少なくとも地表より60cm以下に地下水位を下げる必要がある。

この場合夏季に水分要求量の多いトウモロコシ、ソルガム、及びラッカセイについては、有効水分量の多い pF 1.5~2.1の範囲を保つ水管理が必要であろう(第4図)。

次に、タマネギ、レタス及びニンジンと比較的耐湿性の強い作物と言われている。川出ら⁴⁾はこれら作物の初期生育に対する土壌水分の影響を検討し、タマネギ、レタスは多水分で生育が促進されることを示し、ニンジンも湿害を受ける程度が少ないことを報告した。

一方、森ら¹¹⁾はタマネギの初期生育の臨界空気率が8%であり、それ以外の空気率では生育が劣る結果を示し、また穂積¹⁰⁾は、春季(3,4月)の土壌過湿が球の肥大を悪くすることを示し、過湿状態を示す水田における通気効果がレタスに少ないことを確かめている。

これらの知見を本試験につき合わせてみると、ニンジンは水位20cmほ場で品質を低下させたが収量の低下はもっとも少なかった。しかし、タマネギ、レタスは水位40cmほ場で品質収量とも優った。すなわち、タマネギは水位20cmほ場でりん茎肥大期後の溶存酸素の不足が、また、水位60cmほ場では初期生育における土壌水分の不足が、それぞれ影響を及ぼしたものと推察される。一方、レタスは秋季の長雨により作土は過

第16表 タチスズナリの根粒(2個体当り)

水位20cmほ場		水位60cmほ場	
根粒数	根粒重 g	根粒数	根粒重 g
906	15	789	10

注1. 播種後48日目の7月3日

注2. 根粒重は生体重

湿状態が続いたため水位20cmほ場で生育が劣ったものと考えられる。

したがって、これら作物に対しては作土の気相率で9~17%, 土壌 pFで1.7を保つ管理が必要であり、これらの条件を満たす地下水位は地表より40cmの深さになる。

ダイズの収量と地下水位との関係は特徴的であった。1972, 1974両年の結果から明らかに高地下水ほ場の子実重が優った。

この作物の蒸散量は開花期後に多くなり³⁾, 要水量の多い作物と言われている。しかも、水分環境的には土壌の過湿にもかなり適応し⁸⁾, 水分変化の少ない条件で好結果が得られている⁹⁾。しかし、湛水状態では根の活力が低下し、生育も抑制される(第15表)。本試験の水位20cmほ場では、降雨が継続しない限り約2日で作土内排水が行われ、しかも水分変動はもっとも安定した状態にある。加えて、開花期における根粒数、根粒重は低地下水ほ場より優っている(第16表)ことから、主に開花期後多水分で、しかも水分変動の少ない水位20cmほ場では、ダイズと根粒活性に対し、有利な条件にあったものと考えられる。

したがって、ダイズに対しては土壌気相率5~10%, 土壌 pF 1.3, O.D.R $11 \sim 14 \times 10^{-8}$ の値が転換畑として望まれる条件と言えよう。

第17表 根量の多い時期における O. D. R 値 ($\times 10^{-8} \cdot g \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$)

ハクサイ (1975年)					ビールムギ (1981年)				
O. D. R		全生重	結球	土気相率	O. D. R	稈長	穂長	穂数	土気相率
9月22日	9月26日	kg/a	kg/a	%	4月2日	cm	cm	本/m ²	%
26.0	19.5	308	156	30.9	21.0	108.4	7.1	710	35.2

注. 測定時の土壌 pF1.6~1.8

以上の考察において、O.D.R 値を作物湿害低抗性に対する指標にもちいた。

黒ボク土壌における気相率と O.D.R との関係は、気相率 0~21% までは一次式の関係にありその値が増大する¹³⁾ 本試験においても根量の少ない時期の値に同じような傾向が認められた(第6表, 第3図)。しかし、気相率 20% 以上の値にある水位 60cm ほ場において、根量の多い時期の測定値は $17 \sim 26 \times 10^{-8}$ とかなり低かったがビールムギ、ハクサイの生育は良好であった(第17表)。

一方、有機物含有の多い火山灰土壌の呼吸量は比較的多く、地温の上昇に伴って急速に高まる¹³⁾ したがって、腐植含量の多い供試ほ場において地温が高く、しかも作物根量の多い時期の O.D.R 値は土壌及び根の呼吸による影響で、その値が低下したものと考えられる。

これらの知見から、作物の溶存酸素要求量は生育ステージ別により異なるものと考えられ、今後さらに検討を加える必要がある。

一方、地下水位と作物の生育、収量との関係において、大部分の作物は水位 60cm ほ場で好結果が得られた。しかし、水分環境的にみていくつかの検討すべき課題が残されている。

第1にすき床層のち密度が根の伸長を抑制する値にまで高くなっていることが指摘される¹²⁾ (第18表)。このことは有効土層域を小さくすると同時にすき床層の不飽和透水係数を低下させ、下層からの水分供給を制限する¹¹⁾。したがって、夏季に晴天が継続した場合 pF 3 近くまで乾燥する場合があります。水分要求量の多いソルガム、

第18表 ほ場の硬度(山中式mm) 1972年

深さ cm	水位 20cm	水位 40cm	水位 60cm
	ほ場	ほ場	ほ場
10	16.0	13.5	15.2
15	17.5	17.0	17.6
20	16.0	20.2	23.5
25		19.4	24.0
30		14.9	22.0
40		13.1	20.9
50			18.9

注1. 測定値は15点の平均

トウモロコシ、ラッカセイ及びダイズに対し、土壌水分の不足が予想され、適切な水管理が必要になってくるものと考えられる。

第2に高地下水水位ほ場における気相率と pF 1.5~2.7 の範囲の有効水分量の不足が指摘される。1973年の結果(第4図)から、水位 20cm 及び 40cm ほ場の有効水分量は隣接田とほとんど差がなかった。また、1979年の結果(第1図)から水位 60cm ほ場に比べ明らかに少なく、水位 60cm ほ場においても普通畑より少なかった。

すなわち、転換 8 年経過しても同一 pF 値に対する有効水分量は転換畑に少ないことが指摘され、多量的水分と溶存酸素を必要とする畑作物を転換畑に導入する場合は、積極的に作土の孔隙を増すための方策が必要である。そのためには粗大有機資材の投入も一つの方法となろう。

V 摘 要

多湿黒ボク土転換畑における地下水位の高低が作土の物理性と作物の生育、収量に与える影響について検討を行い、次の結果を得た。

火山灰水田における効率的水利用に関する研究(第3報)

1. 地下水位20cmほ場の作土全層と地下水位40cmほ場の深さ10cm以下の気相率は10%以下の値を示し、O. D. R 値も $11\sim 27\times 10^{-8}$ の範囲で極めて低かった。しかし、地下水位60cmほ場の深さ0~10cm間土層の気相率は20%以上の値を示し、O. D. R 値も作物生育上良好であった。

2. 表層深さ0~5cm間の土壌 pF の変動は地下水位20cm及び40cmほ場で小さく、地下水位60cmほ場で大きかった。

3. 作土層における土壌 pF 1.5~2.1範囲の有効水分量は、地下水位20cm及び40cmほ場に少なく、隣接田とほぼ同一であったが、地下水位60cmほ場は増大した。

4. ホウレンソウ、アズキ、ラッカセイ、ソルガム、トウモロコシ、飼料カブ及び混播牧草は、地下水位にもとづく物理性の影響を受けて水位20cm及び40cmほ場で減収した。

5. タマネギ、レタス及びニンジンの収量は、作土層の土壌 pF 1.7、気相率7~17%、O. D. R 値 $13\sim 47\times 10^{-8}$ を示す地下水位40cmほ場で優れていた。

6. グイズは、作土層で土壌 pF 1.3、気相率5~10%を示し、土壌水分変動の最も小さい状態にある地下水位20cmほ場で根粒数、根粒重とも優れ、子実収量も多かった。

本研究をまとめるに当たり、御助言いただいた川田登特別研究員に深く感謝いたします。

5. 幸田浩俊・梶田貞義・秋山実(1974)茨城県農試研報15: 65~76
6. 菅原友太(1944)土肥誌18: 185~190
7. Stolzy, L. H. and J. Letey (1964) Advances in Agronomy: 249~279
8. 橋爪厚・武市義雄・岡部達雄・田中喜市・木川義昭・勝木田博人・山岸淳・鶴岡正雄・鈴木幸三郎・飯島桂・青柳森一(1975)千葉県農試特報6: 1~76
9. 福井重郎・鎗水寿・内山泰孝(1954)関東東山農試研報1: 28~32
10. 穂積清良(1971)農業技術26(8): 353~357
11. 森哲郎・小川和夫(1967)東海近畿農試研報16: 77~103
12. 渡辺春朗・松本直治・三好洋(1974)千葉県農試研報14: 87~93
13. 土壌肥料試験研究成績(1976~1979)北海道農試畑作部: 87~108

引用文献

1. 阿部盟夫・川田登(1980)土肥学会関東支部講演要旨: 32
2. 位田藤久太郎(1953)園誌21(4): 202~207
3. 加藤一郎・鴨田福也・坂田公男・谷田利策(1970)東海近畿農試報告19: 24~54
4. 川出武夫・小島昌弘・木下隆雄・穂積清之・東駿次(1970)東海近畿農試研報20: 15~39

Studies on Effective Water Management for Paddy Soil of Volcanic Ash
(III) Growth and Yield of Crops on the Fields Converted from the Paddy Ones at
Different Levels of Underground Water.

Chikao ABE, Shoichiro HURUNO, Humio UCHIDA

Summary

Influences of the underground water level in field of volcanic ash on the yields of crops and on some physical properties in the plowed horizon were studied. The results obtained are summarized as follows.

1. Air ratio (AV) and oxygen diffusion rate (O.D.R) were very low in the plowed horizon of less than 10cm depth of fields, the underground water levels of which were maintained at 20cm and at 40cm. The values of AV were less than 10% and those of O.D.R ranged from 11 to 27×10^{-8} .
2. The variation of pF in the plowed horizon of 0~5cm depth was very large in the field maintained its underground water level at 60cm.
3. The available moisture in the range of pF 1.5~2.1 was low and nearly equal to that in the adjacent paddy fields in both fields of underground water level at 20cm and 40cm. However, it was apparently high in the field of underground water level at 60cm.
4. The yields of wheat, potato, turnip, etc. were decreased on both fields of underground water level at 20cm and 40cm, probably due to the change of physical condition in the soil caused by the difference of underground water level. Yields of onion, lettuce and carrot were higher in the field of underground water level at 40cm, whereas the soybean showed a better yield in the field of underground water level at 20cm.