

転換畑における土壌管理(第1報)

湿害防止について

北川 芳雄・田中 康隆・浅野 亨*・宗林 正・水田 昌宏

Soil Management in Drained Paddy Field for Upland Crop Cultivation. I

Preventive measure of wet injury

Yoshio KITAGAWA, Yasutaka TANAKA, Toru ASANO, Tadasi SORIN and Masahiro MIZUTA

緒 言

一般に畑作物は耐湿性に弱く、過湿な土壌条件下では、発芽障害や根の生育阻害をうけ、生産が不安定になりやすい。このため水田の転換畑利用にあたっては、地下水位のコントロールや表面排水対策によって、乾田化を促進し、畑作物に適した土壌水分環境を造る必要がある。

奈良盆地の転換畑は、低地帯の沖積地に分布し、用排水路の整備も進んでいないこともあり、水田湛水期には、降雨や隣接田の影響をうけ、全般に地下水位は高く、また、機械化による耕盤層の形成のため表面排水も悪く、乾田化は進みにくい。

本実験では、転換畑における地下水位等の実態調査を行うとともに、湿害防止としての営農排水の導入と畑地化促進、地力維持について検討し、二、三の知見を得たので報告する。

I 転換畑における現地実態調査

材料および方法

本実態調査は、転換畑における排水および土壌管理に関する基礎資料をうる目的で、地下水位、土壌理化学性および土壌微生物等について、1979年8月から1980年12月まで行った。

調査実施場所および圃場の転換後年数は、第1表に示したとおりである。また、転換畑の対照として、隣接水田を調査した。

地下水位の測定は、現地圃場において、塩化ビニール管(直径20cm、長さ200cm)を地表下100cmの深さまで埋設し、水田かんがい期の6月上旬から9月上旬までは、7日に1回、それ以外の期間は1ヵ月に2回定期的に行った。

土壌断面調査および供試土壌の採取は、水田の落水期(10月)に実施した。土壌分析は、以下に述べる方法で行った。

土壌の化学性については、全窒素は、ゲルダール法、全炭素は、チューリン法、有効態リン酸は、トルオーグ法により測定した。また、置換性塩基は、1規定酢酸アンモニウム液で浸出し、原子吸光法で測定した。

土壌の三相分布は、現地採取した生土について、実容積測定法で測定し、ついで底部吸水により飽和含水量とした後、砂柱法でpF1.5に水分調整して粗孔隙率を測定した。

第1表 調査実施場所および土壌条件

No.	調査場所	土 壌 条 件	転換年数
1	桜井市東新堂町	湿田 細粒灰色低地土 灰色系	宝田 統 2年目
2	桜井市上之庄町	乾田 レキ質灰色低地土 灰色系	国領 統 1年目
3	橿原市太田市町	湿田 レキ質灰色低地土 灰色系	久世田 統 1年目
4	橿原市田中町	乾田 中粗粒灰色低地土 灰色系	加茂 統 1年目
5	橿原市善我町	湿田 細粒灰色低地土 灰褐色系	多多良 統 1年目

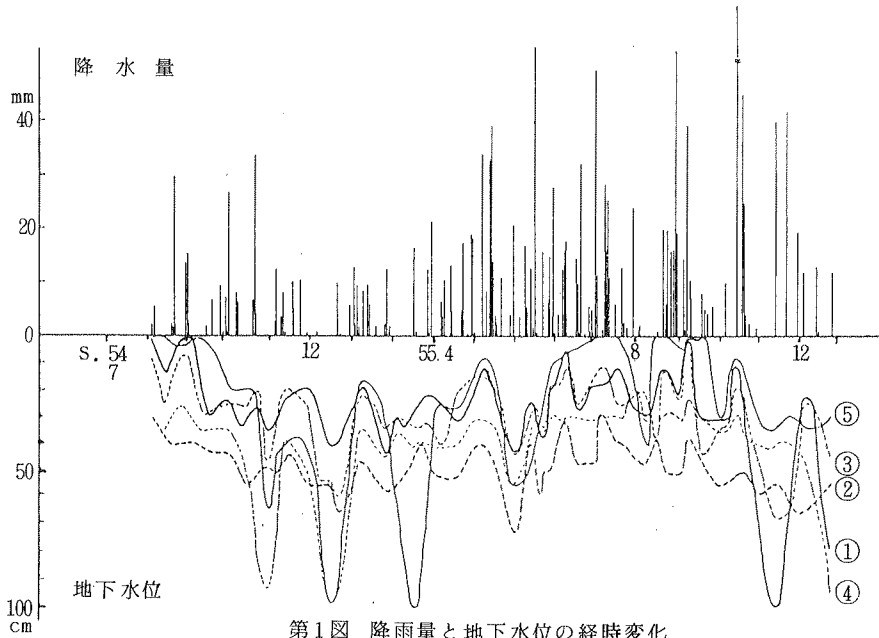
* 現園芸農産課

耐水性団粒は、生土を含水量が塑性限界以下になるまで室内で風乾したのち、孔径8mmの篩で篩別した。篩上に残った土塊は、軽く指先で砕き、すべて8mmの篩を通過させ、さらに4.76mm(4メッシュ)の篩で篩別し、4.76mm以下の土壌は除去した。それらをまとめて、さらに風乾したものについて水中篩別法で測定した。

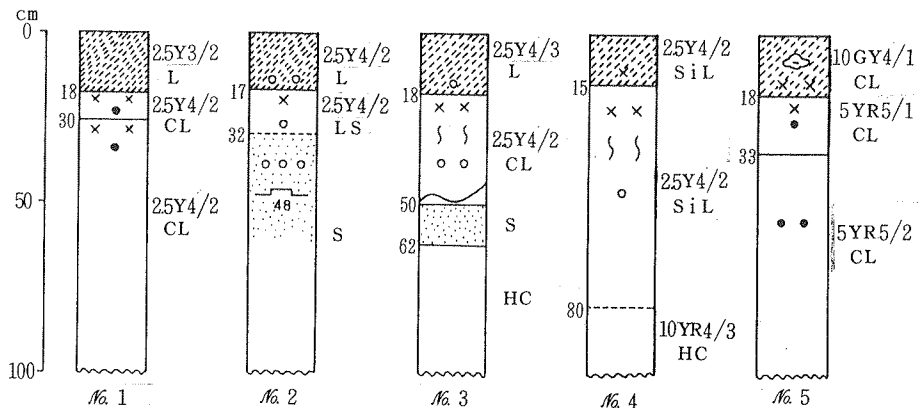
土壌の微生物相は、細菌および放線菌はアルブミン寒天培地、糸状菌はローズベンガル寒天培地を使用し、希釈平板法によって測定した。

各調査地点における地下水位の周年変化は、第1図に示したとおり、水田湛水期にあたる6月～9月にかけて、湿田で0～30cm、乾田では25～40cmの値で推移した。また、水田の落水以降は、乾田、湿田ともに降雨によって漸次増減を繰り返し、湿田で20～97cm、乾田では40～100cmの範囲にあった。転換畑における土壌断面の柱状図は、第2図に示したとおり、№.2および№.3地点では、表面下30～50cmのところに砂礫層が認められた。また、№.5の地点では、表層土に一部グライ斑がみられた。

結 果



第1図 降雨量と地下水位の経時変化



第2図 転換畑における土壌断面の柱状図

転換畑および隣接水田について、土壌の化学性分析、微生物相調査を行い、その概要を第2表に示した。水田土壌に比較して、転換畑の土壌pHは上昇し、全窒素、全炭素含量は減少の傾向にあった。他の塩基は、導入作物の相違によって変動が大きく、土壌条件との関係は不明であった。

土壌微生物相はグライ斑の認められたNo.5を除き、

転換後は明らかに細菌数が増加したが、糸状菌には一定の差が認められなかった。

団粒組成(耐水性団粒)は、第3表のとおり、水田土壌では2mm以上の割合が35%と高いが、転換後その比率が低下し、1.0~0.25mmの割合が増え、全体的に団粒組成は細粒化傾向にあった。

第2表 土壌分析結果

調査地点No.	土 壌	pH		全窒素 mg	全炭素 %	置 換 性 塩 基			有効態 リン酸 mg	土壌微生物相	
		(H ₂ O)	(Kcl)			石 灰 mg	苦 土 mg	加 里 mg		Bac. ×10 ⁷ /g	Fun. ×10 ⁷ /g
1	水 田	5.46	4.75	172.8	1.57	153.4	36.9	39.6	35.5	230	2.7
	転換畑	6.35	5.24	133.8	1.52	170.9	45.1	11.5	28.6	1500	1.9
2	水 田	6.55	5.46	122.4	1.33	169.9	11.6	33.7	60.5	300	1.0
	転換畑	7.40	6.50	125.3	1.34	205.5	16.5	24.3	66.2	1750	5.1
3	水 田	6.60	5.54	132.2	1.54	166.8	39.4	14.7	32.5	420	3.8
	転換畑	6.92	5.80	133.0	1.58	171.9	50.0	17.6	49.3	2090	3.5
4	水 田	5.06	4.65	239.9	1.92	210.6	67.9	56.5	42.3	510	2.0
	転換畑	6.00	4.80	163.5	1.86	130.2	34.2	41.2	31.6	2550	3.8
5	水 田	6.41	4.92	120.7	1.31	112.6	39.6	16.0	18.3	470	3.2
	転換畑	6.30	4.96	119.0	1.05	213.6	39.3	20.0	15.8	340	7.9

注) 各調査地点とも表層土について表示した。

第3表 土壌の耐水性団粒分析結果

No.	調査地点	土 壌	耐 水 性 団 粒 割 合 (%)					
			2.0mm以上	2.0~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~0.25mm	0.25~0.1mm	0.1mm以下
1	桜井市	水 田	40.8	7.6	7.8	9.3	6.0	28.5
		転換畑	9.3	9.7	17.9	25.1	12.3	25.7
2	桜井市	水 田	41.8	6.1	6.3	8.9	6.3	30.6
		転換畑	6.5	7.6	15.1	25.1	13.6	32.1
3	橿原市	水 田	33.6	6.8	7.5	10.8	9.5	31.8
		転換畑	9.6	11.2	24.3	10.5	24.5	19.9
4	橿原市	水 田	32.5	9.2	8.4	9.6	6.4	33.9
		転換畑	15.5	14.6	20.7	18.9	8.6	21.7
5	橿原市	水 田	38.3	9.0	10.7	13.7	10.2	18.1
		転換畑	14.7	8.2	13.9	20.7	35.1	7.4

第4表 土壌の三相分布

地点No.	土 壌	現 地 三 相 分 布			孔隙率 %	粗孔隙率 (pF1.5)%	容 積 重 g
		固相 容積cc	液相 容積cc	気相 容積cc			
1	水 田	39.0	55.3	5.7	61.0	5.0	101.1
	転換畑	35.3	43.1	21.6	64.7	—	103.8
2	水 田	43.4	52.8	3.8	51.6	5.0	115.4
	転換畑	46.7	42.2	11.1	53.3	—	132.8
3	水 田	39.2	55.9	4.9	60.7	3.9	105.0
	転換畑	40.7	42.7	16.6	59.3	—	115.3
4	水 田	43.3	50.3	6.4	56.7	4.8	117.3
	転換畑	39.3	38.3	22.4	60.7	—	122.9
5	水 田	40.8	48.5	10.7	59.2	7.1	100.9
	転換畑	36.9	47.6	15.5	63.1	—	104.6

三相分布は、第4表のとおり、転換前後の孔隙率の変化は小さかったが、転換後の特徴として、液相の減少、気相の増加が認められた。

考 察

転換畑での地下水位の周年変化を明らかにすることは、転作の適地判定や排水対策上重要なことである。今回の地下水位調査では、水田湛水期において、その地下水位は全体的に高く、落水期には低く推移していることが確認された。また、土壌条件との関連では、地下水位の周年変動は小さく、常時安定している土壌型(№2、№3)と周辺水田のかんがい期には上昇、非かんがい期は下降し、降雨の影響をうけて激しく変動する土壌型(№1、№4、№5)の2つのタイプに分類された。この相違は、下層土の土性および土壌の成層状態によるものと考えられる。

従って、地下水位は、土壌条件と深い関係があるが、転換畑の立地条件と周辺水田の湛水、落水などによる人為的環境条件によっても大きく支配されると考えられる。

降雨量と地下水位の関係をみると、20mm/日以上降雨条件下では、地下水位は急激に上昇した。渡辺らは⁹⁾、時期および土壌型によって異なるが、おおよそ40mm/日以上降雨で地下水位に影響を与えている。また、勝木らは⁹⁾、降雨量がほぼ20mm/日以上で影響を受け、その後の水位低下は、排水条件によると報告している。

このことから、水田の基盤整備率(約1%)および用排水の完備がきわめて低い県下の現状では、転換畑の排水対策が必要と考えられた。

田畑輪換における土壌物理性に関する試験は多く、それらの結果では、転換後の土壌の湿潤、乾燥の繰り返しにより、水田土壌の特徴である粘土の親水性が次第に低下し、さらに土壌動物や微生物、作物根の作用で団粒が形成され、孔隙率や透水性が改善されるといわれている。本調査の転換畑と水田土壌の団粒組成をみると、転換畑では、中団粒とされる1mm~0.25mmの割合が増加しているものの、大団粒である2mm以上の割合が少なく、全体に団粒化は低い。また、三相分布では、転換後の特徴として、液相の減少、気相の増加が認められたが、転換前後の孔隙率の変化は小さく、畑地化は遅延している。その原因として、転換年次が浅いことや有機物施用などの積極的な土壌管理対策が

行われていないこともあるが、高地下水位や排水不良も大きく影響しており、転作にあたっては、高畝、明渠、暗渠排水などの営農的対策を行うか、集団的転作が必要と考えられた。

II 湿害防止および土壌管理

材料および方法

本実験は、転換畑における導入作物の生産安定をはかるため、湿害防止、畑地化促進、地力維持等を目的に、1979年から1981年まで、農業試験場内の水田ほ場(灰色低地土、清武統)において実施した。

実験の処理内容および規模は、以下のとおりである。

(1) 営農排水

場内ほ場(14a)において、無暗渠、高炉スラッジ(粒径5~10mm)およびモミガラ暗渠の3処理区を設けた。さらに、それぞれについて、普通畝(15cm)、高畝(25cm)を加え、合計6処理区とした。暗渠施工は、トレンチャーを用いて、幅15cm、深さ50~60cm、疎水材充填層15cm、渠間2mで行った。なお、ほ場周囲に明渠(幅25cm、深さ30cm)を設け、明渠、暗渠ともに集水槽に直結し、強制排水した。

(2) 土壌管理

深耕、無深耕の各区に、稲わら堆肥(2t/10a)施用、乾燥牛ふん(2t/10a)施用および有機物無施用の3処理区を加え、合計6処理区とし、14aのほ場に設置した。なお、深耕はトレンチャーを用い、幅30cm、耕深40cmの部分深耕とし、3ヶ年間で全面を深耕した。また、各有機質資材の投入は、作付けごとに行なった。

供試作物は、白菜(金将)、小麦(オマセ小麦)、大豆(宇陀大豆)、ブロッコリー(中晩生緑)、タマネギ(泉州黄)、トマト(強力東光)、カンラン(春ひかり7号)、サツマイモ(高系14号)、ニンジン(エリート5寸)の9種を栽培した。その耕種概要は、第5表に示した。

地下水位は、試験ほ場に塩化ビニール管(直径30cm、長さ20cm)を地表下100cmの深さに埋設し、検潮計を用いて、経時測定した。

土壌水分張力は、テンションメータを用い、畝の中央部の地表面下10cmと30cmの位置について測定した。

土壌は、各作物の栽培跡地において採取した。その土壌の理化学的分析、微生物相および耐水性団粒の調査は、実験Iと同様の操作で行った。なお、透水係数は、飽和透水係数測定法で測定した。

第5表 作物の耕種概要

作物	品種	栽培期間	施肥量				(kg/10a) Mg
			N	P	K	Ca	
白菜	金将	54年9月~11月	20.0	16.2	18.8	1.0	
小麦	オマセ小麦	" 11月~55年6月	7.0	4.4	6.2		
大豆	ウグ大豆	55年6月~11月	3.5	11.6	11.6		
小麦	オマセ小麦	56年3月~7月	10.0	10.0	10.0	1.0	
ブロッコリー	中晩生緑	" 8月~57年3月	25.0	16.0	22.0		
タマネギ	泉州黄	54年11月~55年6月	30.0	30.4	28.8	47.0	
トマト	強力東光	55年6月~10月	20.0	16.2	18.1	40.0	
カンラン	ひかり7号	55年10月~56年4月	30.0	26.2	28.8	2.0	
サツマイモ	高系14号	56年5月~56年9月	5.0	5.0	10.0	0.5	
ニンジン	エリート5寸	56年11月~57年5月	20.0	13.0	18.0	47.0	

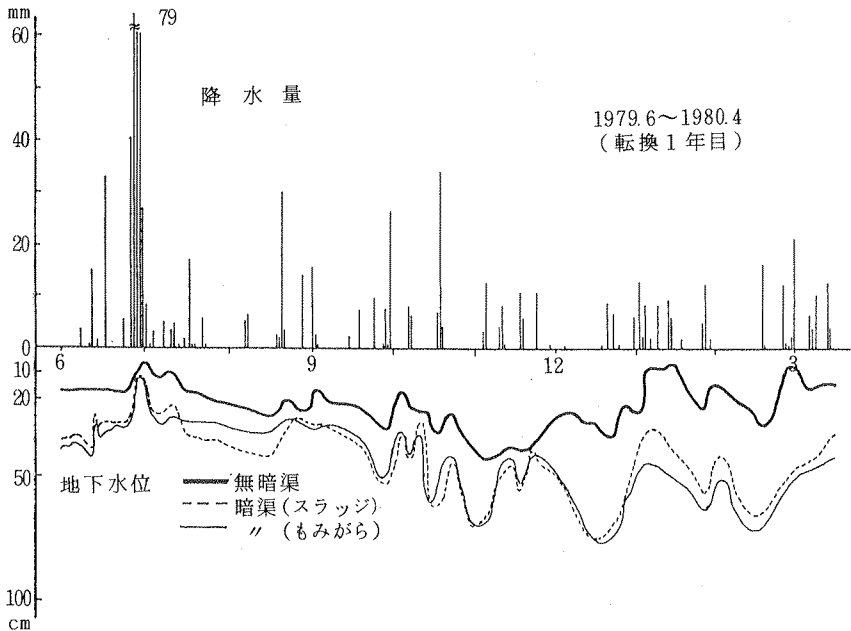
結 果

1) 営農排水について

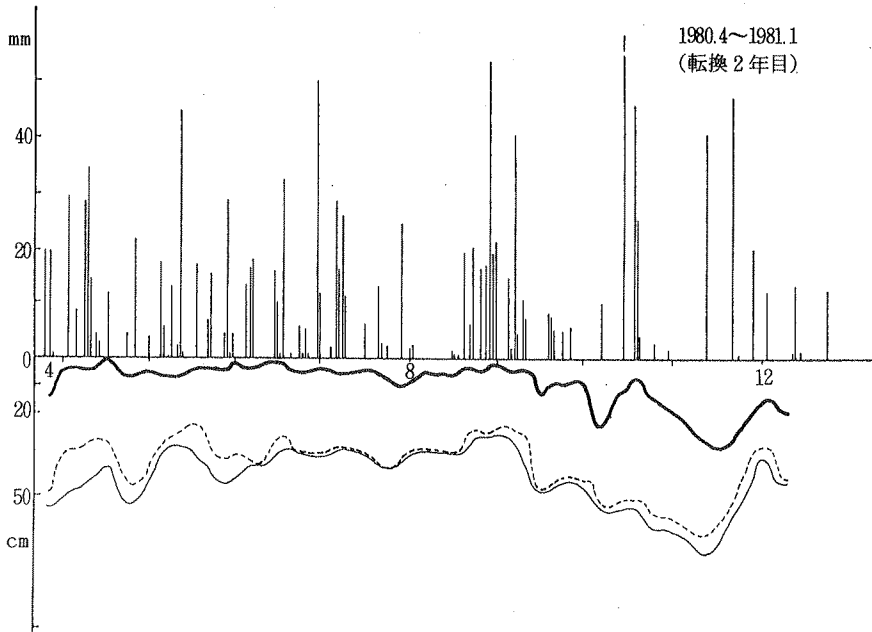
地下水位の経時変化は、第3図に示したとおり、水田湛水期にあたる5月~9月中旬まで、無暗渠区が5~20cmであったのに対し、暗渠埋設区では35~40cmと低く、変動幅も小さかった。また、これ以外の期間では、無暗渠10~40cm、暗渠35~70cmの範囲で推移し、降雨の影響を受けて大きく変動した。暗渠疎水材間の地下水制御能力を比較すると、高炉スラッジは、施工2年後から若干の低下傾向がみられたが、モミガラでは、施工3年後もその能力は変わらず、形態変化も認め

られなかった。

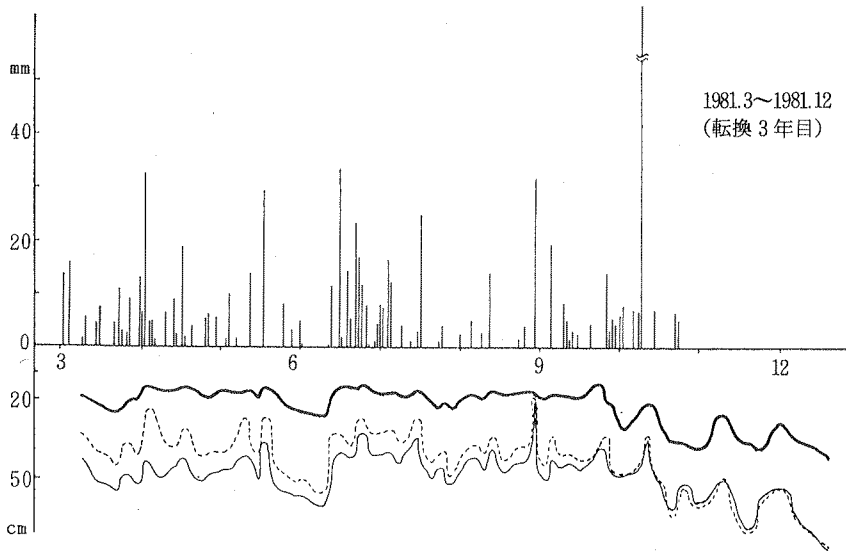
栽培作物の収量とその指数は、第6表に示した。暗渠、高畝の増収効果は、作付け時期が高地下水位時にあたる夏秋トマト、小麦(春播、秋播)、ニンジンでは認められたが、低地下水位時に作付けされるハクサイ、タマネギは、その効果が不明であった。例えば、第7表~第12表に示したとおり、夏秋トマトでは、無暗渠の普通畝に比して、暗渠、高畝は、大果率、地上部重とも増加した。また、小麦では、秋播より春播栽培にて、その効果が顕著で、麦稈重、穂長ともに差が認められた。その他、サツマイモ、ブロッコリー、タマネギでは、地上部に差が認められたものの、作物収量との関連は不明であった。



第3図の1 降雨量と地下水位の経時変化



第3図の2 降雨量と地下水位の経時変化



第3図の3 降雨量と地下水位の経時変化

第6表 作物の収量指数

作物	白菜	タマネギ	コムギ (秋まき)	トマト	大豆	カンラン	コムギ (春まき)	サツマイモ	ブロッコリー	ニンジン
無暗渠 高畝	100	100	112	145	—	98	113	102	102	124
無暗渠 普通畝	—	—	100	100	100	100	100	100	100	100
暗渠 スラッジ 高畝	104	105	117	150	—	104	196	105	96	113
暗渠 スラッジ 普通畝	109	95	110	128	103	103	160	76	86	106
暗渠 モミガラ 高畝	95	97	140	141	—	107	203	93	91	129
暗渠 モミガラ 普通畝	102	100	119	132	105	105	160	78	89	123

注) 指数の基準数値

白菜=3.23kg(結球重)/株、タマネギ=266g(球重)/株、コムギ=261kg(穀重)/10a、トマト=4.64t/10a、大豆=215.3kg/10a、カンラン=940g(結球重)/株、コムギ=116kg/10a、サツマイモ=2.32t/10a、ブロッコリー=414.8g(頂芽重)/株、ニンジン=51.5g/本。

第7表 夏秋トマトの生育・収量

処 理	茎葉重	全果重	大果重	大果率	収 量	同左 指数
	kg	kg	kg	%	t	%
無暗渠 普通畝	0.63	3.27	1.67	51.1	4.64	100
無暗渠 高畝	0.75	4.67	2.44	52.3	6.64	145
スラッジ 普通畝	1.42	4.19	2.32	55.4	5.95	128
暗渠 高畝	1.57	4.90	2.75	56.1	6.97	150
モミガラ 普通畝	1.25	4.30	2.25	52.3	6.12	132
暗渠 高畝	1.44	4.58	2.20	48.0	6.52	141

注-1) 収量は10a当たり、その他は1株当たり。
2) 大果は1果150g以上のもの。

第10表 サツマイモの生育・収量

処 理	地上部全重	イモ重	同左 指数
	t	t	%
無暗渠 普通畝	2.26	2.32	100
無暗渠 高畝	2.42	2.36	102
スラッジ暗渠 普通畝	5.45	1.76	76
スラッジ暗渠 高畝	6.69	2.44	105
モミガラ暗渠 普通畝	5.04	1.82	78
モミガラ暗渠 高畝	6.68	2.16	93

注-1) 地上部全重、イモ重は10a当たり

第8表 秋播小麦の生育・収量

処 理	かん長	穂長	藁重	子実重	子実 藁比	収 量 指数
	cm	cm	kg	kg		%
無暗渠 普通畝	97.4	6.8	357.4	260.9	0.73	100
無暗渠 高畝	94.9	8.0	401.9	293.4	0.73	102
スラッジ 普通畝	104.8	6.8	355.2	287.7	0.81	110
暗渠 高畝	101.5	7.2	461.2	304.4	0.66	117
モミガラ 普通畝	101.5	7.3	396.2	309.4	0.78	110
暗渠 高畝	96.0	7.0	430.6	366.3	0.85	149

注-1) 藁重、子実重は10a当たり

第11表 ブロッコリーの生育・収量

処 理	茎葉重	花蕾重 (頂芽重)	同左 指数
	kg	g	%
無暗渠 普通畝	2.13	414.8	100
無暗渠 高畝	2.93	424.3	102
スラッジ暗渠 普通畝	2.11	355.9	86
スラッジ暗渠 高畝	2.79	398.8	96
モミガラ暗渠 普通畝	2.54	368.8	89
モミガラ暗渠 高畝	3.28	375.5	91

注-1) 茎葉重、花蕾重は20株平均、1株当たり

第9表 春播小麦の生育・収量

処 理	かん長	穂長	藁重	子実重	子実 藁比	収 量 指数
	cm	cm	kg	kg		%
無暗渠 普通畝	61.9	5.8	115.0	116.1	1.01	100
無暗渠 高畝	72.7	5.2	167.3	131.4	0.79	113
スラッジ 普通畝	74.9	6.5	222.9	186.0	0.83	160
暗渠 高畝	77.8	6.7	234.7	227.5	0.97	196
モミガラ 普通畝	73.2	7.6	223.2	185.7	0.83	160
暗渠 高畝	76.8	7.4	254.7	236.0	0.93	203

注-1) 藁、子実重は10a当たり

第12表 タマネギの生育・収量

処 理	全重	地上部重	球重	収 量	同左 指数	球径	球高
	g	g	g	t	%	cm	cm
無暗渠 高畝	329.4	63.9	265.7	7.97	100	8.80	5.62
スラッジ 普通畝	332.2	78.4	253.8	7.61	95	8.73	5.82
暗渠 高畝	403.4	123.8	279.6	8.39	105	9.02	6.09
モミガラ 普通畝	356.6	90.8	265.8	7.97	100	8.67	6.03
暗渠 高畝	351.9	94.5	257.4	7.72	97	9.31	6.08

注-1) 収量は10a当たり、その他は180株平均1株当たりの数値

土壌分析結果は、第13表に示したとおり、土壌中の各塩基含量は、転換年次とともに増加する傾向が認められたが、暗渠の有無、作畝法の影響による差は、認められなかった。また、第4図、第5図に示したとおり、野菜の連作地土壌では、有効態リン酸、置換性加里が増大し、加里の増加による石灰・加里比、苦土・加里比の低下等が認められた。

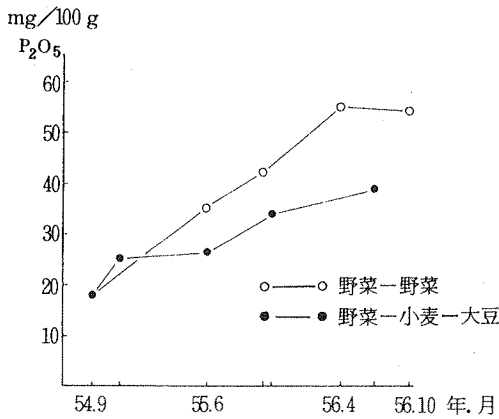
団粒組成(耐水性)は第14表に示したとおり、転換前土壌に比べて、転換1年後では2mm以上の割合が減少、1.0~0.25mmは増加し、全体的に団粒組成の細粒化傾向が認められた。転作2年以降は、その変動度も小さく、転換年次の経過とともに、漸次0.5~0.25mmの割合が増加する傾向にあった。

第13表 土 壌 分 析 結 果

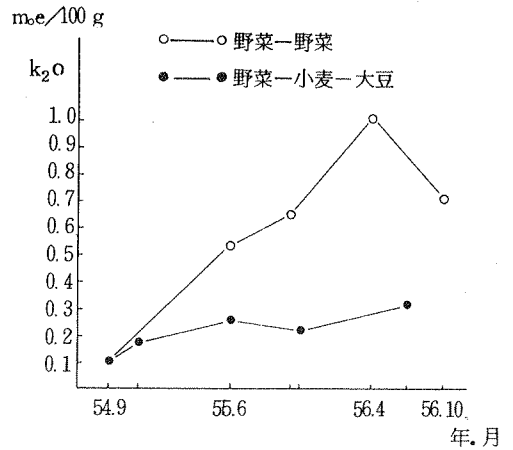
土 壤	処 理 区	pH		全窒素 %	全炭素 %	有効態 リン酸 mg	置 換 性 塩 基 石 灰 mg	苦 土 mg	加 里 mg	微 生 物		
		(H ₂ O)	(KCl)							Bac. ×10 ⁴ /1g	Fun. ×10 ⁷ /1g	
転換前土壌		6.82	5.77	0.10	1.10	13.8	185.1	39.4	4.2	—	—	
転一 換年	無暗渠	高 畝	6.10	5.25	0.11	1.11	45.4	130.2	16.2	21.5	3090	2.4
		高 畝	5.87	4.97	0.12	1.21	68.7	193.3	20.0	30.0	3940	4.4
畑目	暗 渠	普通畝	5.96	4.90	0.12	1.18	54.5	136.3	16.8	31.5	6020	5.3
		無通渠	高 畝	6.12	5.38	0.12	1.20	90.4	173.2	17.8	69.0	4460
転二 換年	暗 渠	普通畝	5.76	5.15	0.12	1.18	77.5	168.3	14.3	38.0	2710	4.4
		高 畝	6.12	5.25	0.13	1.33	74.5	203.6	24.4	46.5	4380	4.8
畑目	暗 渠	普通畝	5.62	4.80	0.12	1.28	69.4	178.1	17.8	69.0	3490	5.5
		高 畝	6.70	5.68	0.11	0.92	35.5	183.8	31.0	37.9	4500	1.2
転三 換年	無暗渠	普通畝	6.48	5.52	0.11	0.94	70.9	181.1	31.7	17.2	8020	0.8
		高 畝	6.54	5.50	0.13	1.09	38.9	211.5	39.3	24.9	7200	4.3
畑目	暗 渠	普通畝	6.58	5.48	0.13	1.12	52.7	217.6	34.9	36.8	2670	2.1

第14表 土 壌 の 耐 水 性 団 粒

処 理 区	耐 水 性 団 粒 割 合 (%)							
	2.0mm以上	2.0~1.0mm	1.0~0.5mm	0.5~0.25mm	0.25~0.1mm	0.1mm以下		
転土								
換		35.47	15.30	11.54	8.07	3.33	26.29	
前壤								
転一 換年	無暗渠	高 畝	21.40	17.69	17.28	11.12	4.22	28.29
		暗 渠	普通畝	9.47	10.84	15.27	17.25	12.45
後目	無暗渠	高 畝	12.39	10.95	13.77	12.35	9.06	41.48
		普通畝	21.95	18.75	18.05	11.05	2.40	27.35
転二 換年	無暗渠	高 畝	26.60	19.75	17.40	9.50	3.00	23.75
		普通畝	17.05	17.60	19.00	14.15	7.55	24.65
後目	無暗渠	高 畝	12.15	11.45	17.70	15.75	11.00	31.95
		普通畝	22.69	10.45	16.06	16.67	4.16	29.96
転三 換年	無暗渠	高 畝	26.61	12.16	12.24	17.18	6.94	24.87
		暗 渠	普通畝	10.73	11.48	17.56	20.82	10.95
後目	暗 渠	高 畝	9.03	9.03	16.01	21.17	11.21	33.55



第4図 有効態りん酸含量の推移



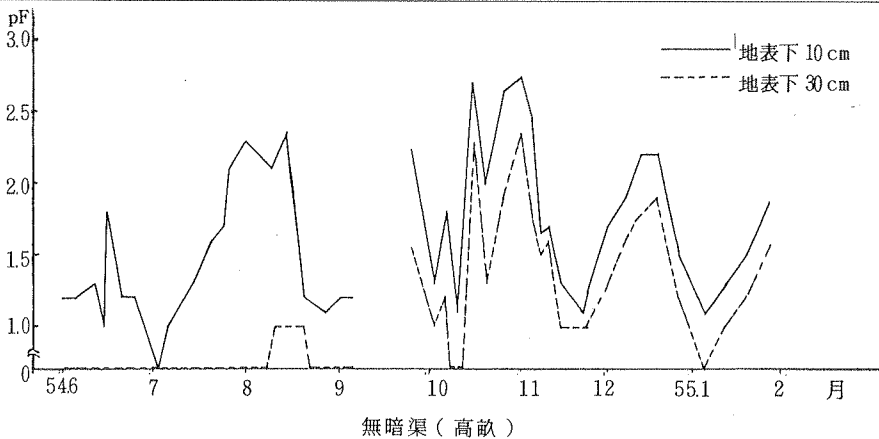
第5図 置換性加里含量の推移

土壤の三相分布は、第15表のとおり、転換後の表層土では、液相の減少、気相の増加が顕著であったが、転換前後の孔隙率の変化は小さかった。また、粗孔隙

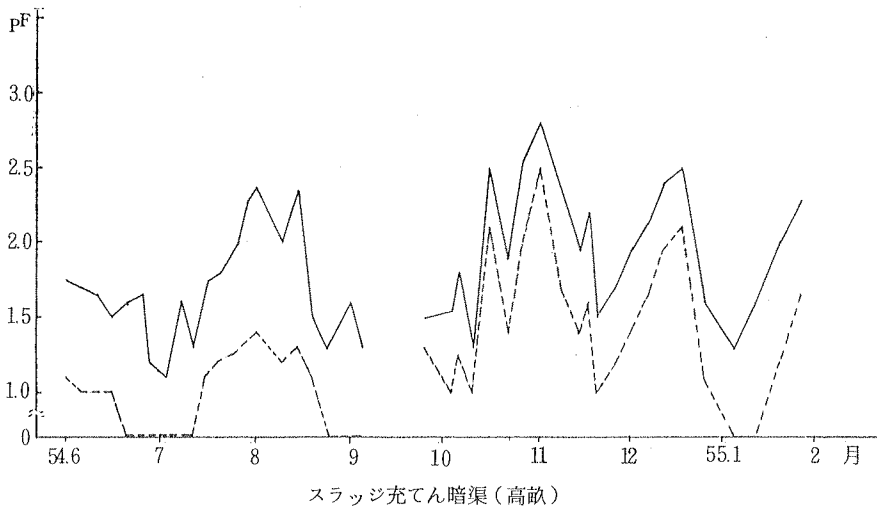
率(pF1.5)は、転換後、表層土において増加が認められたものの、下層土では、その増加が全体的に小さかった。現地容積重は、転換後土壌で漸次低下した。

第15表 土壤の物理性

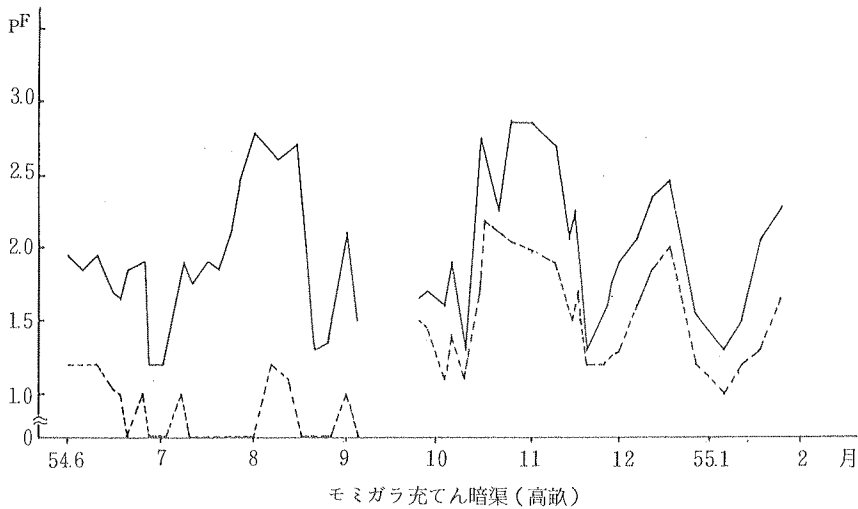
土壤	処理区	層位	固相容積cc	液相容積cc	気相容積cc	孔隙率%	粗孔隙率 (pF 1.5) %	容積重 g	透水係数 cm/sec
転土 換前壤		表層	44.2	49.0	6.8	55.8	12.0	130.9	7.6×10^{-5}
		次層	53.3	42.1	5.6	47.7	0.8	154.2	2.6×10^{-3}
転一 換年 後目	無暗渠	表層	44.3	37.2	18.5	55.7	16.7	122.9	—
		次層	52.8	40.4	6.8	47.2	0.9	151.8	—
後目	暗渠	表層	38.3	36.5	25.2	61.7	23.5	114.6	—
		次層	55.1	38.2	6.7	44.9	0.6	157.8	—
転三 換年 後目	無暗渠	表層	42.3	34.5	23.2	57.7	21.0	116.4	2.9×10^{-3}
		次層	57.8	38.1	4.1	42.2	3.6	155.2	1.2×10^{-4}
後目	暗渠	表層	41.8	30.0	28.2	58.2	20.8	113.7	5.6×10^{-3}
		次層	57.3	37.0	5.7	42.7	4.5	153.0	1.3×10^{-3}



第6図の1 土壤水分張力の経時変化



第6図の2 土壌水分張力の経時変化



第6図の3 土壌水分張力の経時変化

土壌水分張力は、第6図に示したとおり、水田湛水期(6月～9月)には、作土層においては勿論、地表下30cmにおいても、無暗渠に対して暗渠で常に高く推移しており、下層土の排水改善効果が認められた。また、落水期間においても同様に推移したが、暗渠の有無による差異が小さかった。

2) 土壌管理について

各作物の収量およびその指数を第16表に示した。作物別にみると、深耕によって、サツマイモ、夏秋トマ

ト、カンラン、ニンジンが増収したが、ハクサイ、タマネギ、ダイズ、ブロッコリーでは減収した。例えば、第17表～第20表に示したとおり、深根性作物のトマトは、大果率が高く、地上部重、全果重も大きかった。また、根菜のニンジンでは無深耕に比べて、根長も長く、深耕による効果が認められた。一方、タマネギは、地上部が軽く、球径が小さかった。ダイズでは、茎葉重が軽く、全体に生育も悪く減収効果が目立った。また、有機物施用による増収効果は、無深耕区で、大半の作物において確認されたものの、深耕処理区では、作物の種類によるバラツキが大きかった。

モノリス根系調査器を用いた根群調査では、各作物ともに、深耕による根圏域の拡大効果が顕著であったが、これが必ずしも生育、収量の向上に結びつかなかった。

第16表 作物の収量指数

作物	白菜	タマネギ	コムギ (秋まき)	トマト	大豆	カンラン	コムギ (春まき)	サツマイモ	ブロッコリー	ニンジン
無深耕区	無施用 100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	稲わら 110	112	103	106	103	101	129	107	92	93
	牛ふん 115	121	98	114	107	96	100	78	95	105
深耕区	無施用 89	93	108	115	88	112	90	123	86	103
	稲わら 94	95	122	108	93	103	96	95	89	110
	牛ふん 84	112	82	117	108	104	107	102	86	108

注) 指数の基準数値

白菜=3.63 kg(結球重)/株、タマネギ=195 g(球重)/株、コムギ=220.0 kg/10a、トマト=5.49 t/10a、大豆=321.9 kg/10a、カンラン=930 g(結球重)/株、コムギ=182.4 kg/10a、サツマイモ=2.88 t/10a、ブロッコリー=401.5 g(頂芽重)/株、ニンジン=69 g(根重)/株。

第17表 夏秋トマトの生育・収量

処理	莖葉重	全果重	大果重	大果率	収量	同左 指数	
	kg	kg	kg	%	t	%	
無深耕	無施用	1.01	3.86	1.71	44.3	5.49	100
	稲わら	1.18	4.08	1.79	43.9	5.80	106
	牛ふん	1.39	4.39	2.05	46.7	6.24	114
深耕	無施用	1.40	4.45	2.22	49.9	6.32	115
	稲わら	1.41	4.16	1.91	45.9	5.92	108
	牛ふん	1.11	4.53	2.31	51.0	6.44	117

注一) 収量は10a当たり、その他は1株当たり
2) 大果は1果150g以上のもの

第18表 ニンジンの生育・収量

処理区	全長	根長	根径	地上部重	根重	同左 指数	
	cm	cm	cm	g	g	%	
無深耕	無施用	51.6	11.4	3.7	36.3	69.0	100
	稲わら	51.2	12.2	3.4	38.0	64.0	93
	牛ふん	50.8	11.3	3.5	31.5	72.2	105
深耕	無施用	51.7	13.3	3.6	37.2	71.0	103
	稲わら	51.1	13.0	3.7	41.5	76.3	110
	牛ふん	54.1	12.7	3.7	35.6	74.3	108

注一) 生育、収量は20株平均の1株当たり

第19表 タマネギの生育・収量

処理	全重	地上部重	球径	球高	球重	収量	同左 指数	
	g	g	cm	cm	g	t	%	
無深耕	無施用	271.4	76.6	7.92	5.38	194.8	5.85	100
	稲わら	290.7	71.6	8.37	5.47	219.1	6.57	112
	牛ふん	311.8	76.8	8.63	5.61	235.0	7.05	121
深耕	無施用	231.1	50.3	7.94	5.49	180.9	5.43	93
	稲わら	236.7	50.7	7.80	5.60	186.2	5.58	95
	牛ふん	279.5	60.7	8.38	5.75	218.8	6.56	112

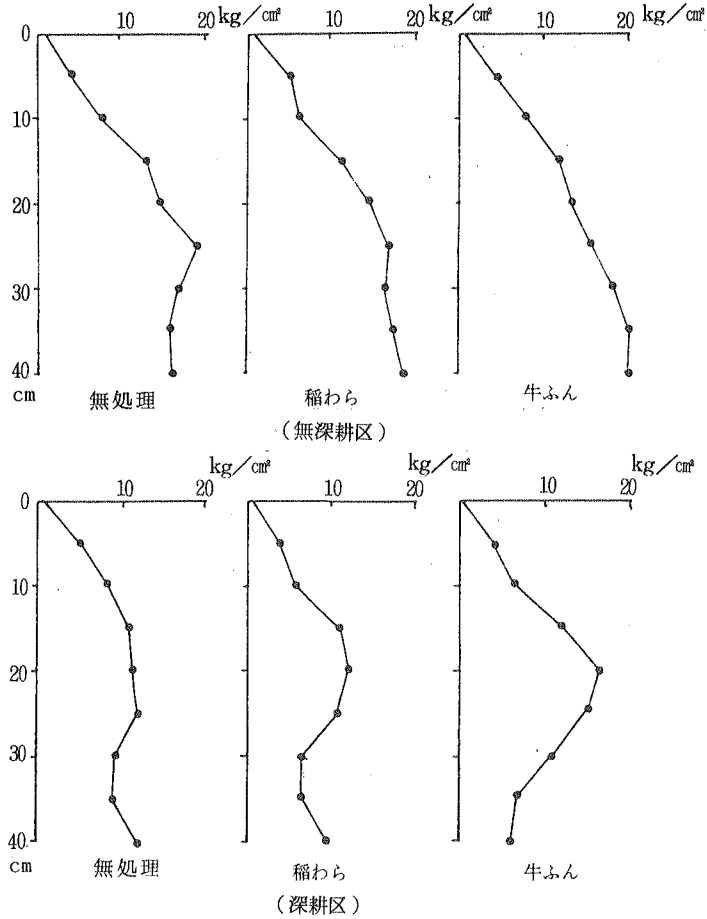
注一) 収量は10a当たり、その他は190株当たり平均1株当たりの数値

第20表 晩播大豆の生育・収量

処理	葉莖重	子実重	同左 指数	
	kg	kg		
無深耕	無施用	447.1	321.9	100
	稲わら	497.1	331.3	103
	牛ふん	529.4	343.8	107
深耕	無施用	382.4	284.4	88
	稲わら	500.0	300.0	93
	牛ふん	494.1	343.9	108

注一) 数値は10a当たり

土壌分析結果の経年変化は、第21表に示した。無深耕では、全窒素および全炭素含量には、大きな変化が認められなかったが、有効態リン酸、置換性加量、石灰含量は、転換年次とともに増加した。無深耕に対し、深耕処理では、全窒素、全炭素含量が低く推移した。また、稲わら、乾燥牛ふんの施用により、全窒素、全炭素含量、細菌、糸状菌数等の増加が認められた。



第7図 土壌の貫入抵抗

第21表 土壌分析調査結果

処理区		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	全窒素 %	全炭素 %	有効態リン酸 mg	置換石灰 mg	性土 mg	塩基加里 mg	微生物 Bac. ×10 ⁴ /1g	微生物 Fun ×10 ⁴ /1g
転一 換年	無投入	5.70	4.75	0.12	1.10	24.8	137.5	28.0	8.3	1300	9.4
	深 稲わら	5.45	4.53	0.14	1.22	22.9	121.2	24.0	33.9	1100	16.0
	耕 牛ふん	5.65	4.82	0.15	1.45	36.7	130.5	30.4	31.8	1990	33.0
畑目	無投入	5.95	4.88	0.09	0.90	24.8	144.0	28.4	9.6	840	20.6
	深 稲わら	5.96	5.15	0.11	1.38	29.8	156.0	32.6	21.2	990	22.3
	耕 牛ふん	5.65	5.00	0.13	1.60	39.4	156.3	40.0	27.5	2240	84.6
転二 換年	無投入	6.35	5.35	0.10	1.10	35.8	145.5	29.0	10.8	1100	3.5
	深 稲わら	6.30	5.32	0.14	1.51	29.6	141.4	31.4	20.3	9510	3.6
	耕 牛ふん	6.43	5.51	0.14	1.55	35.1	127.2	31.5	20.7	3710	13.0
畑目	無投入	6.72	5.75	0.09	1.00	29.1	151.6	32.1	10.5	8880	5.3
	深 稲わら	6.57	5.56	0.12	1.35	33.0	148.5	32.1	16.4	2810	4.9
	耕 牛ふん	6.70	5.84	0.15	1.62	45.4	147.5	37.9	19.8	1930	12.1
転三 換年	無投入	6.03	4.72	0.13	1.05	49.3	150.4	22.9	26.5	2390	32.4
	深 稲わら	6.40	5.22	0.14	1.17	40.6	165.0	32.0	34.9	5000	52.2
	耕 牛ふん	6.10	4.82	0.17	1.36	48.4	143.5	27.8	34.2	8080	33.6
畑目	無投入	6.26	4.90	0.10	0.74	25.1	154.3	24.7	63.1	3280	9.6
	深 稲わら	6.50	5.28	0.12	0.93	41.5	164.3	26.6	21.7	2180	39.6
	耕 牛ふん	7.02	6.00	0.15	1.13	55.3	228.0	48.0	18.0	12150	75.2

第22表 土 壤 物 理 性

土 壤	処 理 区	固 相 容積cc	液 相 容積cc	気 相 容積cc	孔 隙 率 %	粗 孔 隙 率 (pF 1.5) %	容 積 重 g	透 水 係 数 cm/sec
転換前 土 壤		46.3	42.9	10.8	53.7	7.3	124.7	2.6×10^{-3}
転換畑 一年目	無 深 耕	42.3	32.0	25.7	57.7	24.2	117.7	—
	深 耕	41.6	29.3	29.1	58.4	28.2	116.0	—
転換畑 三年目	無 深 耕	46.5	34.4	19.1	53.5	18.2	127.4	6.3×10^{-3}
	深 耕	40.9	28.4	30.7	59.1	28.8	115.6	6.9×10^{-3}

土壌の物理性は、第22表、第7図に示した。三相分布では、深耕処理によって、固相、液相容積は減少し、気相容積の増加が認められた。また、全孔隙率の増加にともない、粗孔隙率(pF1.5)は増加した。一方、深耕1年後の貫入抵抗は、下層土で明らかに低下し、土壌の膨軟化が認められた。

考 察

転換畑の地下水位は、暗渠施工により、明らかに低下した。即ち、無暗渠区が5~20cmであったのに対し、暗渠施工区では35~40cmと低く推移した。表層土では、液相の減少、気相の増加とともに全孔隙率および粗孔隙率(pF1.5)の増加が認められた。しかし、下層土の気相率は4~7%、粗孔隙率は0.6~4.5%と低かった。古木らは¹⁾転換畑の排水等に関する目標値として、地下水位は40~50cm以下、地下水位の低下速度は20~30cm/日、粗間げき量(pF1.5)は5%以上、透水係数は 10^{-3} cm/sec等の条件をあげている。また、石川らは²⁾作物の種類や土性によっても多少異なるが、地下水位がほぼ50cm以下であれば、たいていの作物は、湿害の影響が少ないとしている。このことから、暗渠による地下水位の制御効果は大きいと考えられた。また、疎水材として、高炉スラッジを用いた場合は、施工2年後から、若干、排水能力の低下傾向がみられた。一方、モミガラでは、施工3年後もその能力は変わらず、モミガラの形態は暗褐色に着色していた程度で、ほとんど変化を認めなかった。したがって、排水能力は、少なくともあと数年間、持続するものと推定される。

土壌水分、空気量は、ともに地下水位との関係が深く、土壌中の空気量について、小川は³⁾畑作物で正常な生育を得るためには、気相率約20%が必要で、その下限値は、約10%であろうとしている。これに比べれば、本実験では、転換後、表層土の気相率は18~28%

と高くなっているが、下層土の気相率は、転換年次が進むにつれて漸次増加しているものの、全体的に低い。したがって、下層土においては、気相率の増加のための土壌改良が必要と考えられた。

作物の生育、収量では、全般的に、作付け時期および収穫期が高地下水水位時にあたる春夏作では、暗渠、高畝の増収効果が高いことが認められた。即ち、夏秋トマト、小麦(春播、秋播)では、根圏域の拡大が顕著で、増収した。一方、冬作野菜では、タマネギ、ブロッコリーが減収したが、ニンジンでは、普通畝より高畝の増収傾向がみられたものの、裂根が発生し、品質的に低下した。

穂積は²⁾転換畑の野菜栽培について試験を行い、夏作野菜では、キュウリが全般的に生育、収量もよいが、トマト、ナスは、生育中期に樹勢が劣えて減収し、ニンジンでは、収量に大差ないが品質的に劣った。一方、冬作野菜のカンラン、タマネギは、栽培の後期に生育も劣り、収量も低下すると報告している。また、大野らは^{6,7)}サトイモ等4種の作物を用いて、畝の高低、堆肥の有無、肥料の種類について試験を行い、畝の高低による収量差が肥料間の差より大きく、畝の高さ25cm > 20cm > 15cmの順序で収量が高いことを認めている。本試験においても、春夏作では、普通畝(15cm)に比べて高畝(25cm)で収量は増加したが、冬作野菜では、作物の種類によって相異した。高畝では、土壌水分張力が全体に高く推移し、その上下変動も大きかったことから、転換畑における作物の収量には、地下水位や作物の生育期間中の土壌水分変動が大きく影響していると考えられた。一方、深耕処理することにより、気相は増加し、透水性も改善され、また、貫入抵抗は明らかに低下するなど、土層の膨軟化が認められた。しかし、深耕により、下層の不良土壌が作土層に混入することにより、作物の生育、収量は、全体的に抑制される傾向にあった。

土壌養分の経年変動では、深耕処理を除くと全窒素、全炭素含量の顕著な低下は認められなかった。一方、有効態リン酸および置換性石灰、加里含量は、野菜作の連続により増加した。一般には、転換畑においては、土壌養分は減少すると云われているが、大橋らは⁸⁾、転換畑土壌において、転換年数が長くなるにしたがって、有効態リン酸、置換性石灰、苦土含量は、増加すると報告している。このような養分の増加は、転換作物の施肥による影響が大きいと推察される。

以上の結果から、簡易暗渠の施工により、周辺水田の湛水期(6~9月)の地下水位は、35~40cm以下に保たれ、また、高畝栽培により、表面排水が促進された。その結果、作付け時期および収穫期が高地下水水位時にあたる作物では、暗渠、高畝の増収効果が大きいと判断された。他方、深耕と有機物施用の併用は、根圏土壌の拡大、土壌養分の富化、微生物相の改善などの効果が大きいと、作土層の攪乱による負の効果が大きく、このような部分深耕については、耕起の時期や程度について、さらに検討が必要であると考えられた。

摘 要

転換畑における地下水位等の実態調査を行うとともに、湿害防止としての簡易暗渠埋設の効果と深耕による作物の根圏土壌の改善効果および地力維持対策としての有機物施用効果について検討した。

結果は、以下のとおりである。

1. 現地の転換畑における地下水位の周年変化は、水田湛水期において、湿田で0~30cm、乾田では25~40cmの値で推移した。水田の落水期は、湿田で20~97cm、乾田では40~100cmの範囲にあった。
2. 転換畑の地下水位は、水田湛水期にあたる6~9月までは、無暗渠で5~20cmの範囲で推移したのに対し、暗渠では35~40cmと低く推移した。また、暗渠の地下水制御、排水機能は、施工3年後においても低下が認められなかった。
3. 暗渠による作物の増収効果は、小麦で10~100%増となり、トマト、ニンジンでは、6~50%増加した。
4. 深耕により、下層土の貫入抵抗は明らかに低下し、土壌の物理性は改善されたが、無深耕に比べてハクサイ、タマネギ、ブロッコリーの収量は低かった。
5. 土壌養分の経年変動では、全窒素、全炭素含量は、顕著な低下が認められないが、有効態リン酸、置換性

加里、石灰含量は、野菜の輪作栽培とともに増加した。また、有機物施用により、土壌中の全窒素、全炭素含量および微生物数は増加した。

6. 団粒組成(耐水性団粒)は、転換前土壌に比べて、転換1年目では、2mm以上の割合が減少、1.0~0.25mmの割合が増加し、全体に団粒組成の細粒化傾向が認められた。2年目以降は、その変動度合いも小さくなり、作付けにより0.5~0.25mmの比率が増加した。

引 用 文 献

1. 古木敏也・佐藤寛・根岸久雄 1975. 低湿地における水田高度利用のための基盤整備方式. 農土試技報 11: 17-45
2. 穂積清之 1971. やさいの耐湿性. 農業技術 26: 352-357
3. 石川昌男・酒井一・石川実・梶田貞義・小林和男・黒沢晃 1971. 水田の畑転換における技術的問題と対策. 農業技術 26: 151-156
4. 勝木依正・大橋恭一・小林正幸・西沢良一・吉川雅造 1977. 大中の湖地区水田における田畑転換に関する研究. 第1報 転換ほ場の地下水位変化. 滋賀農試報告 19: 11-21
5. 小川和夫 1969. 鈣質畑土壌における地力要因の解析的研究. 東海近畿農試研報 18: 192-352
6. 大野猛郎・下田健之介 1976. 水田の畑地転換過渡期における土層改良に関する研究. 第1報 畑転経過年数と環境. 土壌特性の変化. 鳥取農試特別研報 3: 33-46
7. ————・大西将・下田健之介・荒木静枝 1976. 水田の畑地転換過渡期における土層改良に関する研究. 第2報 粘土質水田のそさい導入策とくに心土破さい耕について. 鳥取農試特別研報 3: 47-63
8. 大橋恭一・勝木依正・小林正幸・西沢良一・熊谷健・吉川雅造 1977. 大中の湖地区水田における田畑転換に関する研究. 第2報 転換ほ場の土壌断面と土壌理化学性について. 滋賀農試報告 19: 22-36
9. 渡辺春郎・松本直治・三好洋 1974. 転換畑の土壌物理性と地下水位が根群分布に及ぼす影響. 千葉農試研報 14: 87-93

Summary

The purpose of this paper is to examine preventive measure of wet injury in rotational paddy field, and the examination of grand-water level was made on an ordinary field. Studies were made to examine a simple underdrain for the prevention of wet injury, effects of rhizosphere-soil improvement for plants by means of deep tillage, and effects of organic matters to be applied to the soil for maintenance of soil fertility in that field.

The results obtained are summarized as follows:

1. According to the examination of grand-water level in rotational paddy field for a year, the level of poorly-drained paddy field was in the range from 0 cm to 30 cm and that of the well-drained paddy field was in the range from 25 cm to 40 cm for the period of irrigation on paddy soil. For the period of non-irrigation, it was from 20 cm to 97 cm in range in the poorly-drained field and from 40 cm to 100 cm in the well-drained field.

2. As for grand-water level in rotational paddy field for the period of irrigation, it was lower in the underdrain-buried soil than in non-buried one and its up and down change in the underdrain-buried soil was small in the range from 35cm to 40cm. On the other hand, the subsurface-drainage discharge was not found to be smaller even after three years.

3. As for the yield of plants in the underdrain-buried soil, the yield index of the wheat increased from 10 % to 100 % and those of a tomato and a carrot were higher than the yield of non-underdrained soil.

4. The penetration resistance of the subsoil by mean of deep tillage was clearly low and it was found that physical properties of the soil was improved by deep tillage. But, the yield of a Chinese cabbage, an onion and a cauliflower were lower than that on the average-tilled soil.

5. It was not recognized that the contents of total nitrogen and total carbon in the soil became lower. However, that of available phosphoric acid and calcium, potassium of exchangeable base increased with continuous cropping. The contents of total nitrogen, total carbon and soil-microorganism in the plowed soil became higher by the application of organic matters.

6. The degree of aggregate (water-stable aggregate) decreased on the part of over 2 mm aggregate and that in the range from 1.0 mm to 0.25 mm increased gradually in comparison with that of paddy soil in the first year. Smallness of aggregate was recognized and the degree of fluctuation became smaller and was slightly increased in the part between 0.5 mm and 0.25 mm by cropping after the second year.