

水田作そ菜の土壤水分に関する研究(第3報)

トマトの生育, 収量, 養分吸収と土壤水分との関係

水田 昌宏・田中 康隆・小杉 伸志・上田 和雄

Effect of Soil Moisture on the Vegetable on the Paddy Field. 3.

The relation of the growth, yield and absorption of nutrition of tomatoes to soil moisture

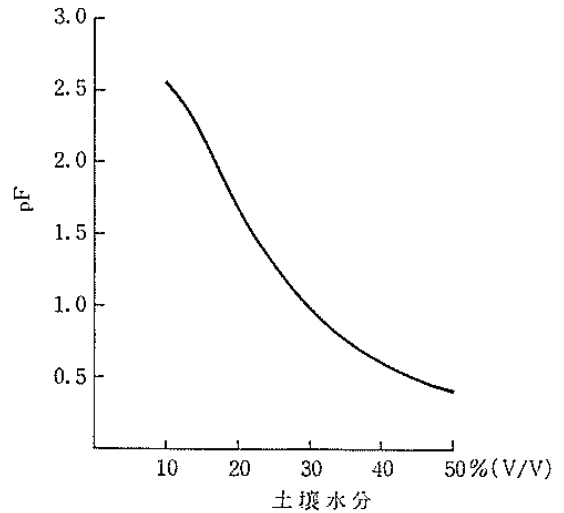
Masahiro MIZUTA, Yasutaka TANAKA, Shinji KOSUGI and Kazuo UEDA

緒 言

近年、奈良県平坦部の水田地帯では、都市近郊地としての、そ菜生産の著しい増加が見られ、水田高度利用による水田作そ菜として、イチゴ、トマト、ナス、キュウリなどの栽培が盛んになってきた。水田にそ菜を導入する場合、その生育、収量、養分吸収は、土壤水分に最も影響されやすく、生産が不安定になっている。土壤水分と各種そ菜の生育、収量、養分吸収について、沖森²⁾らは、土壤の水分張力とキュウリ、ピーマンの生育、収量について、位田³⁾は、砂質土壤における水分張力とキュウリ、ナスの生育について、川口⁴⁾は、土壤水分の変化とトマト、ハクサイの養分吸収について、服部⁵⁾らは、土壤湿度、孔隙とハクサイ、カンランの生育について、吉江¹³⁾らは、苗床の水分含量とトマト苗の組成成分について、西尾⁸⁾は、トマトの尻腐れ果発生について、高橋¹¹⁾は、トマトの生育、収量ならびに果実の品質に及ぼす灌水量の影響について、藤村¹⁾は、トマト尻腐れ病の発病に影響する諸要因について、の研究結果を報告しており、筆者⁶⁾⁷⁾らは、第1報でハクサイ、第2報でスイカの生育、収量、養分吸収と土壤水分との関係について報告したが、本報では土壤水分の相違がトマトの生育、収量、養分吸収に及ぼす影響を検討するために、ライシメーター実験を行なった結果を報告する。

実験材料および方法

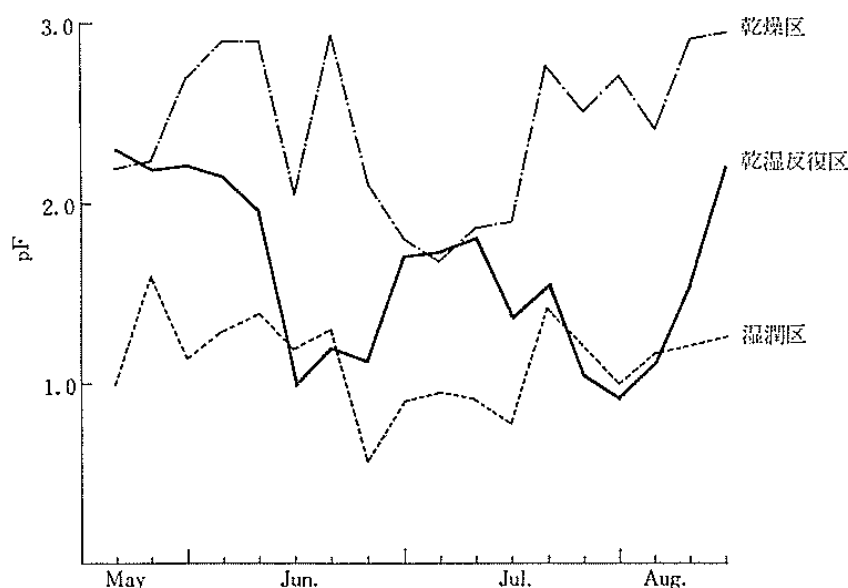
実験に用いたライシメーターは、1区画の面積が0.1 aで、集排水溝をはきんで、左右6槽づつ並列してあるコンクリート製のもので、槽の一番底には約20cmの厚さに礫を入れ、その上にLoamy Sandを約60cm、最上部へは作土として、Sandy Clayloamを約20cmの厚さに充填した。この作土のpF-水分曲線は、第1図に示す



第1図 pF-水分曲線

とおりであつて、土壤水分は、地下水位の高さにより調節し、乾燥区は地表より地下水までの距離を90cmに、湿润区は20cmに地下水位を設定した。土壤水分の測定には、水銀マンオメーターをつけたテンシオメーターを用い、畦の中央部にポーラスカップを地表下10cmの所に埋めてpF値を測定した。

トマトの品種は大型福寿を用い、1区当たり26本植で栽培した。栽培法の概要は、3月4日に播種し3月26日にビニールポットへ移植して、5月2日に基肥施用したベッドに5月6日定植し、追肥は6月18日、7月10日、7月19日の3回に分施した。肥料は、硫酸、過リン酸石灰、硫酸カリ、尿素を使用し硝化抑制剤AMは、窒素成分に対して1%、2%量を施用した。実験方法は、乾燥区では、無窒素区、10a当りの窒素施用量40kg区、50kg区、60kg区、AM1%添加40kg区、AM2%添加40kg区の6区を、湿润区、乾燥湿润反復区では、それぞれ10a当りの窒素施用量40kg区、50kg区、60kg区



第2図 pFの時期別変化

の6区, 計12の処理区を設けて実験を行った。

区は1.6, 湿潤区では1.2の値をしめした。

実験結果および考察

2. 土壤水分および窒素施用量とトマトの生育

1. 土壤水分の経過

土壤 pF の時期別変化は第2図に示すとおりで, 栽培期間中の平均 pF は, 乾燥区では, 2.4, 乾燥湿潤反復

区は1.6, 湿潤区では1.2の値をしめした。トマトの初期生育は, 湿潤区のものが乾燥区のものより優つた。とくに, 湿潤窒素 60kg 区の生育がよく, 第1表に示すとおり乾燥区にくらべ湿潤区の草丈, 最大葉長, 最大葉巾が優り, 明らかに湿潤区の生育は良好であ

第1表 土壤水分とトマトの生育

	葉数	草丈	最大葉長	最大葉巾	幹径
5月23日					
乾燥 N-0	9.8	40.6	25.8	21.4	8.3
〃 N-40	11.5	41.5	28.1	28.0	9.5
〃 N-50	11.7	43.4	28.8	28.6	9.5
〃 N-60	11.4	45.7	28.8	28.8	9.2
〃 N-40 AM1%	11.8	43.1	28.4	27.2	9.3
〃 N-40 AM2%	11.1	41.7	27.3	25.6	8.7
湿潤 N-40	11.3	45.9	28.8	28.4	9.6
〃 N-50	11.5	46.1	28.7	28.8	9.5
〃 N-60	11.8	51.1	29.7	31.1	10.5
5月31日					
乾燥 N-0	12.5	50.7	26.3	24.2	9.4
〃 N-40	15.6	60.3	34.0	36.4	11.0
〃 N-50	16.2	61.4	36.9	39.2	11.4
〃 N-60	15.7	62.6	33.7	38.2	11.7
〃 N-40 AM1%	15.5	61.7	33.9	36.3	11.3
〃 N-40 AM2%	15.2	60.4	37.1	37.2	11.6
湿潤 N-40	15.3	65.9	37.1	41.1	11.5
〃 N-50	16.4	65.0	37.4	41.4	12.4
〃 N-60	16.4	69.3	38.8	43.4	11.4

つた。トマトの生育は、乾燥処理のものにくらべて、湿潤のもの生育が良いと報告¹¹⁾されているのと、筆者らの実験結果とは一致した。施肥量については、乾燥区、湿潤区ともに窒素の施肥量が多くなるほど初期生育は優つた。初期生育とは逆に、6月下旬の生育は、湿潤区が乾燥区にくらべて劣つたが、硝化抑制剤 AM を添加した区はやや優つた。7月上旬の生育は、湿潤区に下葉の枯れ上り、および、尻腐果が多く発生した。7月下旬の生育は、乾燥区の生育が優り、とくに、硝化抑制剤 AM 1% 添加区の生育が優つた。次いで、乾湿反復区が良好で、湿潤区が最も劣つた。8月中旬では、乾燥区、湿潤区ともに窒素 40kg 区の生育が劣り、とくに、湿潤窒素 40kg 区が劣つた。

また、乾燥区の生育は、湿潤区より優つた。以上のことを要約すれば、トマトの初期生育は、土壌 pF が 2.0

以上のときより、pF 1.5 以下のときに優り、6月下旬以後の生育では、pF 2.0 以上のときに優つた。窒素の施肥量では、40kgのものにくらべて50kg区、60kg区の生育が優り、硝化抑制剤 AM 1% 添加の効果も認められた。この実験では、とくに、生育後期において乾湿反復区のうち窒素施肥量の多いものの生育が劣つたのは、高橋¹²⁾らが、トマトは乾燥、湿潤を反復すると生育に悪い影響を及ぼすと報告しているのと一致した。すなわち、乾湿を反復することは、トマトの生育に悪影響を及ぼすと考えられる。

3. 土壌水分および窒素施肥量とトマトの収量

トマトの収量は、第2表に示すとおり乾燥区の収量が最も多く、ついで、乾湿反復区が多く、湿潤区が最も少なかつた。湿潤区の窒素 40kg区、窒素 50kg区、窒素 60kg区、および乾湿反復区の窒素 60kg 区の収量は、乾燥

第2表 土壌水分とトマトの収量 (0.1 a 当り)

			全果重	大果	小果	尻腐果数
乾 燥	N-0		40.5kg	11.3kg	29.2kg	2ヶ
	〃	N-40	129.8	70.0	59.8	20
	〃	N-50	137.0	73.3	63.7	11
	〃	N-60	133.1	73.9	59.2	10
	〃	N-40 AM1%	132.7	69.6	63.0	12
	〃	N-40 AM2%	126.6	66.7	59.9	55
湿 潤	N-40		110.8	57.6	53.2	53
	〃	N-50	118.8	58.3	60.4	37
	〃	N-60	101.5	42.0	59.4	25
乾湿反復	N-40		136.7	85.5	53.1	31
	〃	N-50	130.7	71.7	58.9	15
	〃	N-60	115.8	64.6	51.2	17

第3表 土壌水分とトマトの花房別収量 (0.1 a 当り)

			1花房	2花房	3花房	4花房	5花房	6花房
乾 燥	N-0		16.1	10.0	6.0	1.8	4.2	2.1kg
	〃	N-40	23.1	18.9	34.8	23.3	14.1	10.7
	〃	N-50	28.7	19.7	33.0	23.3	16.8	15.3
	〃	N-60	26.9	23.1	31.5	20.0	17.4	14.0
	〃	N-40 AM1%	28.9	23.0	29.0	16.9	19.4	15.3
	〃	N-40 AM2%	30.5	21.7	22.1	16.6	19.8	15.6
湿 潤	N-40		30.7	20.6	22.8	12.9	14.7	8.9
	〃	N-50	27.3	20.0	26.7	20.1	14.8	9.7
	〃	N-60	31.6	17.3	23.3	12.5	10.9	5.6
乾湿反復	N-40		29.9	22.8	25.9	19.0	22.7	16.1
	〃	N-50	31.9	22.4	26.6	19.8	17.5	12.2
	〃	N-60	30.8	19.7	21.9	15.8	15.6	11.9

区のものにくらべて、約20%の減収であつた。果実の品質は、乾燥区、乾湿反復区においては、1個の重量が200g以上のものが、200g以下のものより多くて、湿潤区では、200g以下のものが多く品質の低下がみられた。

花房別のトマトの収量は、第3表に示すとおり、乾燥区は第1花房以外では、湿潤区にくらべて収量は多かつたが、第1花房では逆に湿潤区、乾湿反復区のものが多かつた。また、第4花房より上段の花房では乾燥区にくらべて収量が少なかつたが、これは生育後期に湿害が現れ収量に悪影響を及ぼしたと思われる。施肥量については、乾燥区、湿潤区においては窒素 50kg 区のもの最も多収であり、乾湿反復区においては、窒素 40kg 区のもの最も多収であつた。この実験では、栽培期間の平均 pH 2.4 の乾燥区のもの最も高い収量を示したことから、トマト栽培に適した土壌 pH は 2.4 前後であり、また、窒素の施用量は、10 a 当り 50kg 前後が適量のように思われる。硝化抑制剤 AM の効果は、1% でやや

認められ、2% では認められなかつた。

尻腐れ果の発生は、湿潤区のものに多く、乾燥区では少なかつた。また、施肥量については、乾燥区、乾湿反復区、湿潤区ともに窒素 40kg 区のものに多かつた。藤村¹⁾らは、尻腐れ果の発生は土壤が乾燥状態で、高温、多肥の条件下に多いと報告しているが、筆者らの実験結果では、湿潤区に多く、窒素の施用量が10 a 当り40kg 区、50kg 区、60kg 区の場合には40kg 区のものに多く発生した。西尾ら²⁾は、土壤が乾燥状態のためトマトの石灰吸収機能が弱まつて、尻腐れ果が発生すると報告しているが、本実験では、湿潤区は湿害のため根の活性が弱まり、石灰の吸収が阻害され、尻腐れ果が発生したものと思われた。

4. 土壤水分とトマトの養分吸収

果実および茎葉の無機成分含有率は、第4表、第5表、第6表に示すとおりで、果実では、湿潤区にくらべて乾燥区のは加里、石灰の含有率が高く、窒素、苦

第4表 土壤水分と果実の無機成分含有率(乾物)

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		
7月10日								
乾	燥	N-0	1.55	1.14	4.85	0.26	0.36%	
〃		N-40	3.69	1.82	8.33	0.63	0.75	
〃		N-50	3.43	1.76	7.14	0.48	0.58	
〃		N-60	3.92	2.00	8.14	0.52	0.60	
〃		N-40 AM1%	3.02	1.62	5.76	0.29	0.46	
〃		N-40 AM2%	2.70	1.46	5.50	0.32	0.44	
湿	潤	N-40	3.14	2.01	6.13	0.35	0.53	
〃		N-50	3.42	1.75	6.21	0.28	0.44	
〃		N-60	3.34	1.70	6.40	0.24	0.46	
乾	湿	反復	N-40	2.41	1.28	5.62	0.31	0.38
〃		N-50	3.44	1.92	7.70	0.29	0.53	
〃		N-60	3.01	1.54	6.01	0.32	0.43	
8月9日								
乾	燥	N-0	2.72	2.06	5.62	0.29	0.58	
〃		N-40	3.79	1.14	8.13	0.24	0.56	
〃		N-50	3.61	1.46	8.05	0.22	0.60	
〃		N-60	3.58	1.18	7.64	0.21	0.49	
〃		N-40 AM1%	3.54	1.92	8.50	0.18	0.58	
〃		N-40 AM2%	3.99	1.72	6.75	0.18	0.54	
湿	潤	N-40	3.45	1.63	7.44	0.28	0.53	
〃		N-50	3.63	1.70	8.01	0.22	0.53	
〃		N-60	3.14	1.64	7.25	0.29	0.48	
乾	湿	反復	N-40	3.87	1.77	7.77	0.24	0.53
〃		N-50	3.66	1.34	8.00	0.24	0.53	
〃		N-60	3.57	1.46	7.73	0.18	0.54	
尻腐れ果			3.53	1.13	5.66	0.08	0.38	

第5表 土壌水分と葉部の無機成分含有率(乾物)

			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
上葉部							
乾	燥	N-0	1.71	1.38	3.02	6.10	1.22%
〃		N-40	2.18	0.23	2.90	7.59	2.08
〃		N-50	2.27	0.36	3.95	4.67	0.80
〃		N-60	2.20	0.42	3.51	8.42	1.72
〃		N-40 AM1%	1.91	0.37	4.56	6.34	1.43
〃		N-40 AM2%	2.52	0.43	4.20	7.04	1.55
湿	潤	N-40	2.52	0.50	3.81	5.05	0.65
〃		N-50	2.39	0.31	4.07	6.40	1.05
〃		N-60	2.27	0.40	3.50	5.56	0.84
乾湿反復		N-40	2.02	0.30	3.13	6.86	1.44
〃		N-50	2.17	0.27	5.45	7.02	0.78
〃		N-60	2.63	0.39	3.64	6.40	1.17
下葉部							
乾	燥	N-0	1.40	1.67	2.75	8.81	2.04
〃		N-40	2.10	0.33	3.26	8.25	2.21
〃		N-50	2.4	0.72	4.20	8.64	2.45
〃		N-60	2.15	0.32	3.93	8.75	1.84
〃		N-40 AM1%	1.71	0.56	4.33	7.81	1.89
〃		N-40 AM2%	2.24	0.88	4.04	8.20	1.63
湿	潤	N-40	2.33	1.15	5.50	6.19	1.05
〃		N-50	2.59	0.69	3.42	6.19	1.34
〃		N-60	2.24	0.92	4.65	7.25	1.05
乾湿反復		N-40	1.68	0.54	3.44	8.96	1.87
〃		N-50	1.85	0.36	3.81	8.00	1.43
〃		N-60	2.37	0.50	4.70	6.30	1.05

第6表 土壌水分と茎部の無機成分含有率(乾物)

			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
乾	燥	N-0	0.87	1.04	4.02	1.97	0.68%
〃		N-40	1.54	0.48	3.65	2.30	0.90
〃		N-50	1.51	0.47	0.07	1.84	0.44
〃		N-60	1.54	0.42	3.80	2.38	0.70
〃		N-40 AM1%	1.33	0.51	3.42	1.42	0.44
〃		N-40 AM2%	1.61	0.71	3.96	1.44	0.56
湿	潤	N-40	1.50	0.50	2.41	1.19	0.29
〃		N-50	1.39	0.43	3.05	1.80	0.43
〃		N-60	1.55	0.65	2.44	1.53	0.36
乾湿反復		N-40	1.24	0.44	2.86	1.83	0.46
〃		N-50	1.46	0.30	2.90	1.92	0.49
〃		A-60	1.70	0.37	2.45	1.49	0.34

土の含有率もやや高かったが、リン酸の含有率は逆に湿潤区の方が高かった。茎では、湿潤区にくらべて、乾燥区は石灰、苦土、加里の含有率が高く、リン酸はやや低

かった。葉では、湿潤区にくらべて、乾燥区の石灰、苦土の含有率が高く、窒素、リン酸の含有率は低かった。吉江ら¹³⁾は、トマトの苗では、湿潤処理で地上部のリン

第7表 トマトの無機成分吸収量 (10 a 当り)

			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
乾	燥	N-0	5.3	4.5	13.0	8.5	2.7kg
〃		N-40	22.0	7.0	44.6	26.2	9.2
〃		N-50	26.8	11.3	55.5	28.4	8.9
〃		N-60	26.2	8.4	52.0	37.3	9.8
〃		N-40 AM1%	22.6	10.1	41.8	27.2	8.7
〃		N-40 AM2%	23.3	9.6	33.6	26.5	8.0
湿	潤	N-40	19.8	8.9	48.8	19.4	4.7
〃		N-50	24.8	9.2	46.1	26.4	7.1
〃		N-60	21.5	9.4	52.4	23.9	5.5
乾	湿	反復 N-40	28.1	11.0	57.4	44.0	11.3
〃		N-50	23.4	8.5	41.8	29.8	5.7
〃		N-60	22.8	7.8	42.8	21.1	5.4

酸、加里の含有率が高くなると報告し、高橋¹³⁾らは、乾燥処理では、窒素、苦土の含有率が高くなり、湿润処理では、リン酸、加里、石灰の含有率が高くなつたと報告しているが、この実験では、湿润処理においてリン酸含有率は同じ傾向を示したが、石灰、加里ではその傾向は認められなかつた。また、尻腐れ果の無機成分含有率は、健全果のものにくらべリン酸、加里、石灰、苦土ともに低い値を示し、とくに、石灰の含有率が低かつた。

トマトの無機成分吸収量は、第7表に示したとおりで、石灰、加里の吸収量が最も多く、ついで窒素、苦土、リン酸であつた。またリン酸を除く成分は、湿润区にくらべ乾燥区は吸収量が多く、とくに苦土、石灰、加里の吸収量でその差が認められた。またリン酸の吸収量はやや湿润区が多かつた。以上のことを要約すれば、土壤 pF が2.0以上のときには、石灰、苦土、加里の吸収量が多く、植物体の含有率も高かつたが、pF が1.5以下のときには、石灰、苦土、加里の吸収量は少なく、含有率も低かつたが、他の成分とことなりリン酸の含有率は高かつた。このことは、土壤 pF の低下により、土壤中のリン酸の可給態化がすすみ、植物体中のリン酸含有率が高くなつたものと思われた。

摘 要

水田作そ菜の栽培改善に資するため、ライシメーターを用いて土壤水分の相違がトマトの生育、収量、養分吸収におよぼす影響を実験した。その結果はつぎの通りである。

1. トマトの初期生育においては、土壤 pF 1.5 以下のときは、pF 2.0 以上のときより優り、6月下旬以後の生育では、逆に pF 2.0 以上のときに優つた。また、

硝化抑制剤の効果は、1%添加で認められた。

2. トマト栽培に適した土壤 pF は、2.0 以上であり、窒素の施用量は、10 a 当り 50kg 前後が適量のように考える。

3. 尻腐れ果は、湿润処理に多く、窒素の施用量は、10 a 当り 40kg のときに多く発生した。

4. 尻腐れ果の無機成分含有率は、健全果にくらべて、リン酸、加里、石灰、苦土は低く、とくに、石灰の含有率が低かつた。

5. 土壤 pF が1.5以下のときには、植物体のリン酸の含有率が高かつた。また、土壤 pF が2.0以上のときは、石灰、加里、苦土の吸収量が多く、その含有率も高かつた。

文 献

1. 藤村 良・森 俊人・北野辰行・堀 良美 1961. トマト尻腐病の発病に影響する諸要因. 農及園 36 : 1025~1026.
2. 服部安一・肥後良造 1964. そ菜の水田導入に関する研究. 滋賀農試研報 7 : 35~40.
3. 位田藤久太郎 1964. そ菜の生育と土壤水分に関する研究 (I) 砂質土における土壤水分張力と果菜の生育. 三重大農学報 30 : 1~10.
4. 川口菊雄 1964. そ菜の栄養障害に関する研究. 静岡農試研報 9 : 85~92.
5. 増島 博 1963. 畑の土壤水分系と作物の生育に関する研究. 北海道農試彙報 82 : 36~39.
6. 水田昌宏・中川喜雄・田中康隆・小杉伸志・上田和雄 水田作そ菜の土壤水分に関する研究. (II) スイカの生育、収量、養分吸収と土壤水分との関係. 奈

- 良農試研報 2:51~55.
7. 中川喜雄・水田昌宏・田中康隆 1967. 水田作そ菜の土壤水分に関する研究. (I)ハクサイの生育, 収量, 養分吸収と土壤水分との関係. 奈良農試研報, 1:84~95.
8. 西尾敏彦・中村英司 1966. トマト尻腐果発生(予報). 滋賀短大学雑 7:38~40.
9. 沖 森当・大友譲二・松田 榮 1965. 土壤水分張力とキュウリの生育, 収量について. 農及園 40(11):1787~1788.
10. 沖 森当・松田 榮・大友譲二 1967. ハウスそ菜に対する灌水試験. 中国農研 36:59~61.
11. 高橋敏秋・荒川製裘利 1966. トマトの生育, 収量ならびに果実の品質に及ぼす灌水量の影響. 信州大農紀要 4:1~21.
12. 山崎 伝 1952. 畑作物の湿害に関する土壤化学的並に植物生理学的研究. 農技研報B 1:13~40.
13. 吉江修司・島田典司 1965. そ菜類苗の栄養生理的研究(III). 苗床の水分含量及移植回数とトマト苗の組成について. 千葉大園学報 13:57~61.

Summary

For the improvement of a vegetable culture on the paddy field an experiment was given by application of a lysimeter to make clear what influences the different kinds of soil moisture had upon the growth, yield and nutritive absorption of tomatoes.

The result is shown as follows.

1. At the earlier stage of the growth tomato plants turned out to grow better below pF 1.5 than above pF 2.0; on the contrary they did better above pF 2.0 after the later June. The effect was clearly observed by an addition of a per cent of the restraining drug from nitrification.

2. The proper soil pF for planting tomato should be kept below 2.0, and nitrogen should be applied at the rate of 50 kg per 10a field.

3. Many blossom-end rot fruits were produced under a wet treatment; they came out in a large quantity when nitrogen was applied at the rate of 40 kg per 10a field.

4. Concerning the percentage of inorganic element in fruit, the rotten fruit was found to include less P_2O_5 , K_2O and MgO than the good one; especially it had much less CaO .

5. When the soil pF was below 1.5, a great per cent of P_2O_5 was seen in the plant. When it went up above 2.0, a big amount of K_2O , CaO and MgO was absorbed, and each of their percentage in the plant proved to be high.