

転換畑における暗渠排水と雨除け施設が

トマトの収量に及ぼす影響

久 富 時 男・峰 岸 正 好・位 田 晴 久

Influence of Underdrainage and Rain Shelter in Rotational Paddy Field on the Yields of Tomato.

Tokio HISATOMI, Masayoshi MINEGISHI and Haruhisa INDEN

緒 言

夏秋トマトの雨除け栽培は品質の向上と安定多収生産を目的にすでに各地で普及しており、その効果については品質面からみると雨の直げきと直射日光を避けることにより裂果が少なくなり果皮も美しく仕上り市場評価の高い果実が生産できること。栽培面からみると降雨による茎葉への水滴の付着や土壌からのはね返り水がないため、トマトの地上部の病害の発生が減少し薬剤による防除回数を少なくすることができる。また、雨除け施設の保温効果により春の定植期の前進、秋冷による残果の減少等の利点があげられる。

雨除け施設により土壌水分管理は露地条件より容易になるが地下水位の高い転換畑では、この雨除け施設のみでは必ずしも十分な土壌水分管理ができない。この観点から、本試験では雨除け施設と暗渠排水の組合わせにより降雨と地下水を制御してトマトに対する効果を明らかにするとともにこの栽培時期に適した品種の検索を行なうこととした。

材 料 お よ び 方 法

1. 試験区の構成 幅3mの道路をはさんで暗渠を施工した圃場と施工しない圃場にそれぞれ雨除け施設を設けて、①暗渠排水、雨除け。②暗渠排水、露地。③暗渠排水なし、雨除け。④暗渠排水なし、露地の4処理区を設定した。

2. 暗渠排水と雨除け施設 1979年に10a(20m×50m)の圃場に250cm間隔にトレンチャーで幅20cm、深さ60~70cmの溝を $\frac{1}{450}$ の勾配で掘り、10cm径のコレゲート管を埋設し上下、10cmに川砂を入れた。集水槽を圃場の一端に設け水中オートポンプ(吐出力 $0.08 \text{ m}^3/\text{min}$)で排水し、排水量は水量計で測定した。

雨除け施設は間口5.0m、長さ22m、棟高270cmのハイブハウスで側面地上130cmより上の屋根部分に厚さ0.1mmのビニールを被覆した。雨除け施設の周辺は深さ10~15cmの明渠により表面水を排水した。

3. 耕種概要 トマトの品種は“サターン”、“強力米寿”、“マスター2号”(以上タキイ種苗)“豊福”、“大型瑞光”(以上サカタ種苗)、“タフグロー”(みかど種苗)“おおみやFTVR”(トキタ種苗)“試交511”(むさし育種農場)の8品種を用いた。播種は1980年3月6日に行ない、本葉1葉期の3月25日にピートモス、熟成オガクズ、土の容積比が5:5:1で成型した7.5cm角のソイルブロックに移植し、4月30日に定植した。畦幅200cm、株間40cmの2条植え(条間80cm)10a当たり2,500本の栽植密度で4処理区に各品種20株を1区割で植付けた。

施肥は元肥としてIB-S1号大粒(10-10-10)を $\frac{220 \text{ kg}}{10 \text{ a}}$ 、熔燐 $\frac{50 \text{ kg}}{10 \text{ a}}$ 、追肥として定植7日後に液肥(12-5-7)100倍液を $\frac{3 \text{ m}^3}{10 \text{ a}}$ 、第1花房の収穫始めの6月中旬にNK-C12(16-0-20)を $\frac{50 \text{ kg}}{10 \text{ a}}$ 施用した。これら施肥量の合計成分は10a当たりN:33.6, P_2O_5 :33.5, K_2O :34.1kgとなった。薬剤散布は育苗期1回、本圃5回、各処理区とも同じ回数、ダコニール、ダイファー、DDVPを散布した。

収穫花房段数は6花房で、各花房トライロントマトの1,000倍液処理を行なった。

4. 測定及び調査項目とその方法 気温、地温は自動平衡式温度記録計で測定した。地下水位調査は暗渠排水区、無排水区とも各圃場の中央に長さ185cm、内径24.5cmの塩ビパイプを垂直に敷設し、リシャール式験潮計を用い測定した。土壌水分測定は各処理区にテンションメーターを地表下20cm、30cmの深さに設置して測定した。現場透水係数はAuger-hole法により地下水位別に表示した。

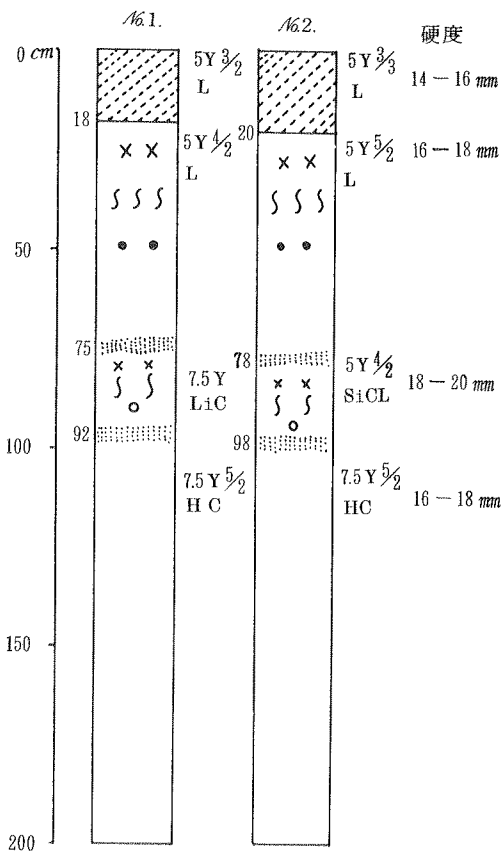
収量調査は各品種，1区10株，6月18日より8月4日までの48日間に20回収穫した。各品種は150g以上、100～149g，99g以下に区分調査したが99g以下の小果の割合は最も小果の多い品種，処理区においても果数，果重が4%以下であり，商品価値もないため収量調査から除外した。したがって，150g以上の果実を大果，100g以上の果実を総収量として表示した。

結 果

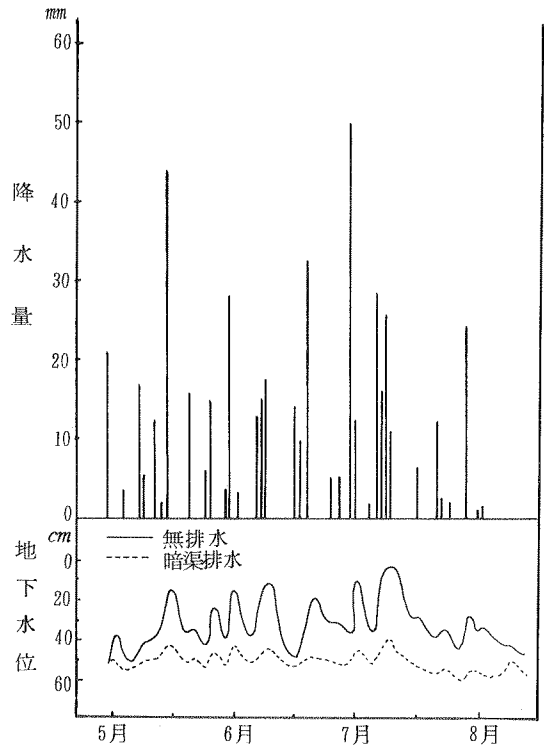
(1) 地下水位の変動 試験を実施した圃場の土壌断面図を第1図に，現場透水係数を第1表に示した。また，定植後の5月上旬から収穫終りの8月上旬までの期間の暗渠排水区及び無排水区の地下水位の変動と，この期間の降水量を示したのが第2図である。

第1表 地下水位別の現場透水係数

地下水位	現場透水係数
40～50 cm	1.4×10^{-4}
51～60	3.9×10^{-4}
61～70	7.9×10^{-4}
71～80	1.0×10^{-3}

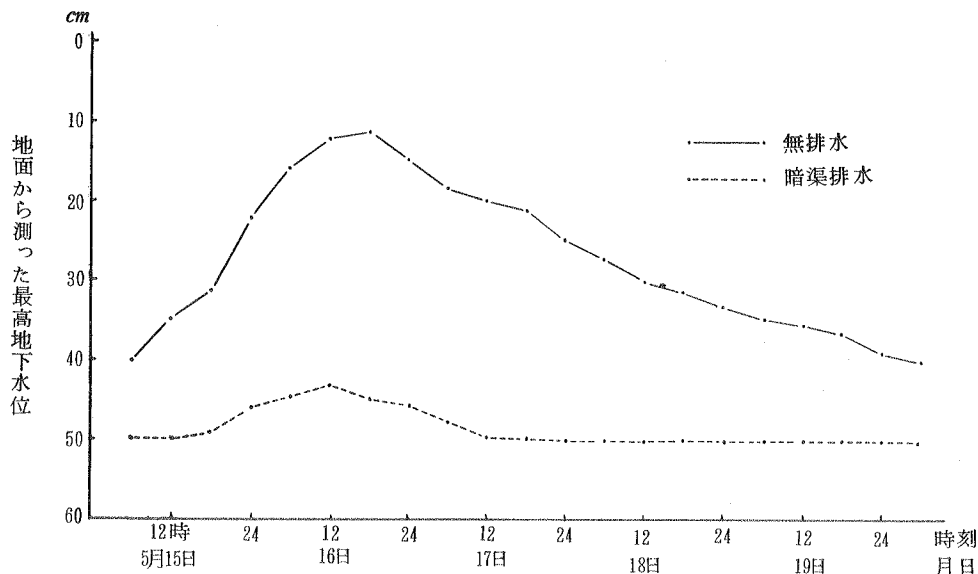


第1図 試験圃場の土壌調査



第2図 暗渠排水及び無排水による地下水位の経時変化と降水量

地下水位の変動をみると5月中旬44mmの降雨，6月上旬の46mm，同中旬の57mm，7月上旬の62mmと71mmの降水量のあった際にも，暗渠排水区は地下水位が地表下40cm以下に保たれた。一方，無排水区は同じ降雨時には地表下10～20cmまで上昇し，暗渠排水区に比べて水位の変動幅が非常に大きくなった。第3図は5月15日に44mmの降水量がありその後5日間降雨のなかった場合の地下水位の経時変動をみたものである。暗渠排水区における地下水位の上昇は10cm以内にとどまり上昇ピーク時から約1日後に平常水位にもどったのに対して無排水区の地下水



第3図 暗渠排水及び無排水による降雨後の地下水位低下速度(5月15日降水量44.0mm)

位は30cm以上も上昇し、平常水位にもどるのに3日間以上を要した。

週間排水量が最も多かったのは、3日間の降水量70mmになった7月8日~10日を含む週であり、10aあたり44.8m³を排水し、排水率は64%であった。また、8月28日~31日の4日間の降水量が111.5mmの時は排水量は

55.9m³で排水率は50.1%であった。

(2) 土壌水分(pF値)の変動 暗渠排水の有無、及び雨除け、露地の組合わせ処理において、降雨および灌水後のpF値の動きを第2表に示した。テンションメーターを地表下20cmに埋設した雨除け施設内のpF値は露地区に比べ、また、暗渠排水区は無排水区に比べて常に高い値となり、

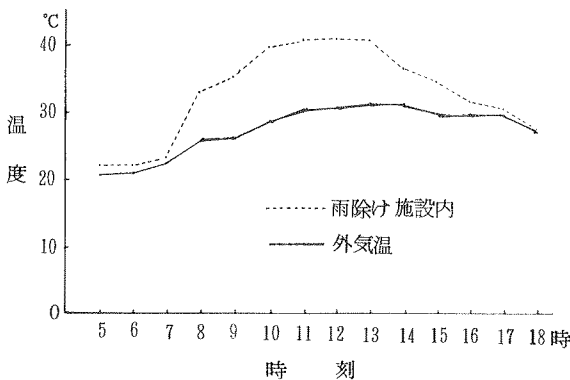
第2表 雨除け施設及び暗渠排水の有無下における降水量と灌水量によるpF値の変動

項目 月日	降水量 mm	灌水量 mm	露地			雨除け施設		
			暗渠排水 20cm	暗渠排水 30cm	無排水 20cm	暗渠排水 20cm	暗渠排水 30cm	無排水 20cm
6月9日	17.5	0	1.30	1.10	1.30	2.47	1.70	2.33
10	0.	0	1.30	1.20	1.30	2.70	1.75	2.47
11	0.	0	1.43	1.30	1.30	—	1.80	2.53
12	0.	0	1.85	1.40	1.60	—	1.90	2.60
6月20日	32.5	0	1.65	1.30	1.98	1.60	1.40	1.55
21	0	0	1.30	1.00	1.20	1.90	1.68	1.80
22	0	0	1.40	1.20	1.30	2.28	1.80	2.10
23	0.5	0	1.95	1.50	1.70	2.73	1.90	2.48
24	0	11.0	2.03	1.60	1.95	2.75	1.90	2.36
25	0	0	2.50	2.15	2.50	2.17	1.60	1.93
26	0	0	2.75	—	2.75	2.75	1.95	2.45
7月2日	12.5	0	1.40	1.20	1.40	2.28	1.90	2.15
3	0	0	1.30	1.20	1.30	2.55	1.80	2.60
4	0	10.0	1.72	1.30	1.50	—	—	—
5	0	0	2.30	1.50	2.12	2.00	1.70	1.95
6	1.5	0	2.67	1.75	2.65	2.65	1.75	2.45
7	0	10.0	2.75	2.00	2.75	—	1.70	2.70
8	28.5	0	—	1.20	—	2.00	1.50	1.20
9	16.0	0	1.40	1.10	1.40	2.20	1.90	2.05
10	25.5	0	1.40	1.20	1.40	2.35	1.90	2.20
11	11.0	0	1.30	1.00	1.30	2.63	1.90	2.28
12	0	0	1.30	1.20	1.30	2.75	1.90	2.35

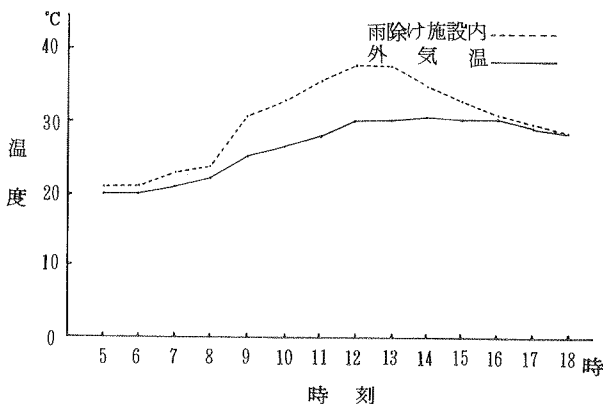
備考 この期間の灌水は雨除け施設内のみ、地表下20cm, 30cmで測定、一印は測定不能

雨除け施設と暗渠排水区の組合せで最も高い値を示した。一方、地表下30cmの深さではpF値の変動幅は20cmに比べて著しく小さくなったが雨除け施設区が露地区より常に高い値を示した。雨除け施設内の20cmの深さでは土壤水分は降雨の影響をほとんど受けないが、地表下30cmでは雨除け施設があっても降雨の影響を受けた。また、土壤水分の変動は30cmの深さでは20cmの深さより緩慢であった。6月中下旬から7月にかけての期間は晴天が続くと地表下20cmの土壤水分は、降雨ないし灌水によるpF2.0以下の適湿状態から2~3日でpF2.7以上になった。この土壤水分の動きは雨除け施設区の方が激しい傾向がみられた。

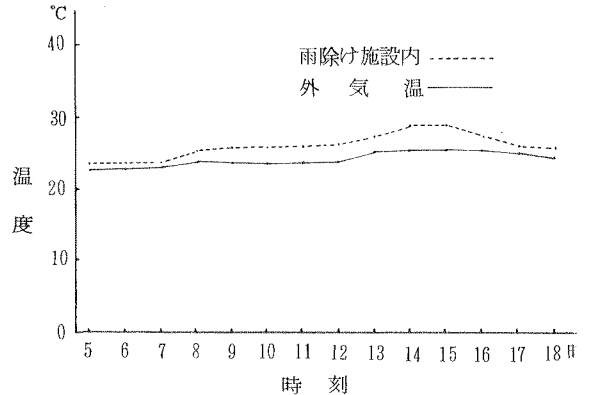
(3) 気温 雨除け施設内の気温と露地の気温の測定値のうち、6月中旬から7月中旬の期間の晴天日で風の強い日と弱い日及び降雨日と3つの代表的な日を選んで1日の温度の経時変化を示したのが第4, 5, 6図である。



第4図 外気温と雨除け施設内の気温
(7月5日 440 l /day 風少ない)



第5図 外気温と雨除け施設内の気温
(6月24日 596 l /day 風強い)



第6図 外気温と雨除け施設内の気温
(7月9日 170 l /day 降水量 16.0mm)

晴天日で外気の最高が30℃以上になり風が弱い日は雨除け施設内のトマトの草冠部付近は外気温より10℃以上高い40℃を越える時間帯が1日数時間続くことが認められた。しかし、晴天日でも風が強ければ、内外気温差は7~8℃以内に留まった。曇雨天日で外気温が25℃前後であれば雨除け施設内の気温は外気温より2~3℃以内の上昇に留まった。

(4) 生育について 開花期は各品種間で差がみられ、“サターン”、“強力米寿”、“試交511”、“豊福”はほぼ同程度であり“タフグロー”、“おおみやFTVR”がこれに次ぎ“大型瑞光”が最も遅く、最も早く開花した品種に比べて7~10日の差がみられた。雨除け施設及び暗渠排水の有無による差はみられなかった。

葉の大きさや茎の太さ、葉色等の生育状態をあらわす草勢については露地条件のもの明らかに強く、特に茎が太くなった。

ウイルスの発生についてはモザイク症状からみて明らかに病株と判定されたものは露地区7.2%に対して雨除け施設区は0.7%であった、ウイルス以外の病害発生は雨除け施設区、露地区ともほとんどみられなかった。

(5) 収量について 暗渠排水及び雨除け施設の有無が品種別収量に及ぼす影響をみたのが第3表である。処理別にみた収量は、品種により少し異なるが全般的に露地で暗渠排水があるものが多収となり、露地で暗渠排水のないものが最も低収となった。“おおみやFTVR”“サターン”、“マスター2号”、“試交511”等の品種では処理区間差が比較的小さかった。

次に処理区間差を8品種の合計値で比較してみると第4表に示すとおりで総収量、大果収量が1%レベルで、大果平均重が5%レベルで有意差が認められた。この結果

は雨除け施設がなければ暗渠排水区が最も多収となり、暗渠排水がなければ雨除け施設区が多収となった。また、暗渠排水も雨除け施設もない場合は他のいずれの区よりも総収量、大果収量とも劣った。4処理区の合計値で比較した品種間差をみたのが第5表で総収量、大果収量、果実平均重とも1%レベルで有意差がみられた。最も多収となった品種は“おおみやFTVR”で次のグループとし

て“サターン”、“タフグロー”、“豊福”があげられ、ついで“試交511”“マスター2号”、か続き“大型瑞光”はこれらよりさらに収量は低くなった。1果重の多いものは“おおみやFTVR”“タフグロー”“サターン”、“豊福”であり次いで“強力米寿”、“大型瑞光”、“試交511”“マスター2号”であった。

第3表 暗渠排水及び雨除け施設の有無がトマトの品種別収量に及ぼす影響

処 理	品 種	サターン	強力米寿	タフグロー	大型瑞光	試交511	豊 福	おおみや FTVR	マスター 2号
		暗渠有・雨除け	総収量 11.5 t	10.8 t	11.6 t	10.3 t	10.4 t	9.9 t	12.0 t
	大果収量	10.1	9.1	10.3	7.8	8.4	8.6	11.5	7.8
暗渠有・露 地	総収量	11.1	12.1	12.2	9.4	11.3	11.1	12.1	11.7
	大果収量	9.7	10.1	11.3	7.1	9.1	9.7	11.2	8.8
暗渠無・雨除け	総収量	12.0	10.8	10.4	10.0	11.5	11.0	11.8	10.7
	大果収量	10.9	9.0	9.4	7.6	9.1	9.7	11.2	8.4
暗渠無・露 地	総収量	10.1	9.4	9.9	8.0	10.7	10.4	11.4	11.0
	大果収量	8.2	7.0	7.7	5.4	7.7	8.4	10.4	9.2

備考：10a当たり収量

第4表 暗渠排水及び雨除け施設の有無がトマトの収量に及ぼす影響

処 理	項 目	総 収 量**	大果収量**	果 実 平 均 重	
				総 果 実	大 果*
暗渠有・雨除け		10.9 t	9.2 t	188 g	204 g
暗渠有・露 地		11.4	9.6	190	208
暗渠無・雨除け		11.0	9.4	197	216
暗渠無・露 地		10.1	8.0	182	207

備考：8品種合計値で比較 ** 1%有意差 * 5%有意差
10a 当たり収量

第5表 品種別の収量

品 種	項 目	総収量**	大果収量**	果 実 平 均 重	
				総果実**	大果**
サ タ ー ン		11.2 t	9.7 t	197 g	213 g
強 力 米 寿		10.8	8.8	178	197
タ フ グ ロ ー		11.0	9.7	200	218
大 型 瑞 光		9.4	7.0	172	199
試 交 511		11.0	8.6	172	192
豊 福		10.6	9.1	192	212
お お み や F T V R		11.8	11.1	232	245
マ ス タ ー 2 号		11.0	8.6	170	193

備考：4処理の合計値で比較 ** 1%有意差
10a 当たり収量

(6) 果実の品質について 雨除け施設のもの露地の果実に比べて果皮が美しく、裂果もほとんど発生しなかつ

た。これに対して露地区は放射状裂果や同心円裂果が多く、特に第5, 6花房に発生が多かった。一方、雨除け施設

内の第3花房以上の果実は空洞果気味の角ばった果実が多く、第5, 6花房ではかなり強度の空洞果が発生した。

考 察

平田部の水田はもともと地下水位が高く、周囲が水田になるとますます地下水位が上昇する。このような水田地帯を転換し、畑作物を作付ける場合は常に湿害が発生する危険性をはらんでおり畑作物の生産安定を計るためには地表及び地下排水を行ない作物の根圏域の土壤水分環境を作物の生育にとって適正に保持することが必要である。

地下排水の目標値として、計画暗渠排水量はおおむね50mm/day、計画地下水位として、降雨後2~3日の地下水位を40cm程度、常時地下水位(降雨後7日)は50~60cmまで下ることを目標としている³⁾。また、基本暗渠敷設間隔の基準としては、土壤の透水性によっては異なるが12~19m³⁾、10m以上²⁾としている。

本試験圃場の暗渠敷設間隔は2.5mとしたため、1日40mmから70mmの降水量があっても地下水位は地表下40cm以下に保たれた。この時、地下水位の上昇ピークである40cmから、地下水の平常水位である50cmに、ほぼ1日でもどるのに対して、無排水区では平常水位の40cmにもどるのに3~4日を要した。この結果から本試験圃場は、前述の地下排水の目標値は充分満たされているとみてよいであろう。

暗渠排水と雨除け施設の組合せと収量との関係のみると露地・暗渠排水>雨除け施設・暗渠排水なし>雨除け施設・暗渠排水>露地・暗渠排水なしとなった。トマトは一般に過湿害に弱い作物で川出ら⁶⁾によれば灌水状態の低畦では高温期に入ると過湿害により栄養状態の悪化による障害が起りやすく、特に高位花房の生産が悪くなるとしている。本試験でも露地条件で暗渠排水がない区が最も収量が低くなった。これは、5~7月の多雨期には地下水位が地表下10cm近くまで上昇し、また表層部分も降雨により土壤水分が飽和状態になり明らかに過湿害によるものである。これに対して、露地条件で暗渠排水をして常に地下水位を40~50cmに保つと過湿害はなく、雨水により土壤水分不足もなく他のいずれの組合せよりも多収となった。雨除け施設内では暗渠排水のある方がかえって減収となった。これは、トマトの根圏域である地表下20cm前後の土壤水分が慢性的に不足したものと考えられる。一般に地下水位と土壤水分張力(pF値)の間には一次の比例関係があり^{2,3)}地下水位が低いと上層の土壤水分が少なく、また、第2表に示すように雨除け施設があると4~5日間隔に10mm程度の灌水をして灌水し

ない露地よりも土壤水分が少ない場合が多く、特に雨除け施設と暗渠排水が組合わされると地表下20cm前後の土壤水分は慢性的な不足状態になり、雨除け施設と暗渠排水の効果はトマトの果実生産にとって負の要因となった。

一般に転換畑の土壤は粗間隙が少なく透水性も悪いうえに有効水分を保持する間隙が少ないので過湿になりやすい反面、乾燥による水分減少が早いため²⁾乾燥害がさらに増大したものであろう。暗渠排水による過乾害として沢田ら⁹⁾は秋冬期のハクサイで暗渠排水区は唯一の補給水である降雨を排水したため過乾によるホウ素欠乏が発生したことを認め、この対策として暗渠管の開閉による水分保持をして良好な生育、収量を示したことを報告している。したがって、5~8月の高温期のトマトの雨除け施設下においては常時、地下水位を地表下50cmで排水するのはトマトの必要根圏域に土壤水分不足を招くため地下水位をこれより上昇させて地下補給水を有効に利用した地下水制御による根圏管理が大切であると考えられる。土壤水分を安定的に維持し、水分補給を地下水によって行なう目的で地表下10cmをpF1.5の値に保つためには古木ら²⁾は砂土、砂壤土、粘土~シルト質ロームで地表面下35, 30, 25cmに地下水位を保てば地下補給水のみで足りるとしている。この結果からみて、毛管補給能力が悪い雨除け施設下で暗渠排水を行なう場合、排水面が地表下50cmでは低すぎるので30cm前後まで上げることにより必要根圏域の土壤水分不足を解消するとともに地下水補給水の利用上、有利であると考えられる。

雨除け施設の一つの大きな効果として果実に発生する種々の裂果が極めて少なくなり商品価値の高い果実が生産できることがあげられる。裂果の発生機構について二井内ら⁷⁾は果実内の吸水量増加とコルク点からの直接の吸水により裂果が発生し、遮光はどの種類の裂果も著しく少なくなることを認めている。雨除け施設の場合は、これら裂果の発生を抑制する条件をいずれも具備しており夏秋期に問題となる裂果をほぼ完全に防止している。一方、雨除け施設内の第4~6花房は露地条件に比べて空洞果の発生が多くなった。これは明らかに高温障害^{4, 10)}であり、雨除け施設はできるだけ屋根を高くし風通しのよい構造にすべきである。

品種による収量差は比較的大きかった。暗渠排水の有無と雨除け施設の有無を組合せた条件下で各品種の特長を大きく類別すると、いずれの条件下でも収量差がなく多収であったのは“おのみやFTVR”であり、露地で暗渠排水のない条件下で減収したものに“大型瑞光”、“強力米寿”、“サターン”、“タフグロー”があり、雨除け施設の効果の高い品種に“サターン”、“大型瑞光”があげ

られる。また、乾燥に弱いものに“試交511”，“豊福”“マスター2号”等をあげることができる。

摘 要

この試験は転換畑において、暗渠排水と雨除け施設がトマトの収量に及ぼす影響をみたものである。また、同時にこの栽培において8品種のトマトを比較した。

1. 暗渠排水を行なえば降水量が40～70mmあっても地下水水位は地表下40cm以下に保たれた。しかし、暗渠排水をしないと同じ程度の降水量で地下水水位は地表下10cmまで上昇し、定常の水位にもどるのに3～4日を要した。

2. トマトの増収にとって露地条件では暗渠排水の効果が高い。これに対して、雨除け施設下では暗渠排水をすると慢性的な土壤水分不足を来し収量が低下する。したがって、雨除け施設の栽培で収量をあげるためには、地下水水位を50cm以上にあげて地下水を地下補給水として利用すべきである。

3. 雨除け施設により裂果は少なくなり、トマトの品質は良くなった。反面、高温条件により、特に高位花房に空洞果の発生が増加した。

4. 品種は“おおみやFTVR”“サターン”，“タフグロー”がこの栽培に適している。

引 用 文 献

1. 藤村 良・森 俊人・伊藤純吉・藤本治夫 1965. トマト奇形果に関する研究. 第4報 着果ホルモン剤の処理時期および高温が空洞果の発生に及ぼす影響. 兵庫農試研報 13: 63-68.

2. 吉木敏也・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. 排水と土壤水分制御について. 農土試技報A 11: 17-45.

3. 汎用耕地化のための技術指針編集委員会 1979. 汎用耕地化のための技術指針. P 45-46. 農業土木学会.

4. 岩堀修一・高橋和彦 1964. トマト高温障害に関する研究. 第3報 種々のステージの花蕾に及ぼす高温の影響. 園学雑 33: 67-74.

5. 川出武夫・木下隆雄・穂積清之・東 駿次 1970. 土壤水分の差異とそ菜の生育に関する研究. 第2報 土壤水分の差異が夏作果菜類の生育および果実の生産におよぼす影響. 東近農試研報 20: 41-52.

6. 二井内清之・本多藤雄・太田成美 1960. トマト裂果に関する研究. 第1報 裂果の機構について. 園学雑 29: 287-293.

7. 榊原正典・深谷勝郎・岩田久史・沢田守男・古屋剛一・加藤虎治 1976. 低湿地帯における水田土地利用方式の再開発. 第1報 水田転換畑の暗渠排水について. 愛知農総試研報 A 8: 97-103.

8. 沢田守男・岩田久史・森健治郎・榊原正典・加藤虎治 1977. 低湿地帯における水田土地利用方式の再開発. 第3報 土壤水分と作物の生育. 愛知農総試研報 A 9: 131-137.

9. 高橋和彦 1964. 果菜類の高温障害と対策. 農および園 39: 803-806.

Summary

This study was carried out to clarify the effects of underdrainage and rain shelter on yields of tomato in rotational paddy field. Moreover, eight kinds of varieties of tomato were compared for this culture.

1. In the underdrainage condition, the ground water level was maintained as low as 40cm below the surface of the earth by a 40mm–70mm rainfall but in the condition equipped with no underdrainage, it was raised up about 10cm below the surface of the earth by the same rainfall and it took 3–4 days to return to normal level of ground water.

2. High yields of tomato were obtained by combinations of open field and underdrainage. On the other hand, tomato plants were affected by continual water deficit under the combinations of rain shelter and underdrainage. It resulted in a reduction in the yield of tomato.

Therefore, in order to raise the yield of tomato under the rain shelter condition, it can be presumed that ground water level should be higher than 50cm below the surface of the earth, and that it should be usually supplied with soil moisture coming from ground water.

3. Rain sheltered condition prevented fruits from cracking in any way and their fruit qualities were good. But this condition increased puffy fruits in high temperature, especially in higher trusses.

4. Cultivars “Ōmiya–FTVR”, “Saturn”, “Toughgrow” proved to be more suitable varieties for this culture.