

隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」を利用した トマト栽培の灌水方法と培地特性

重藤 祐司・平田 俊昭*・宇佐川 恵**

Effect of Irrigation and Culture Medium Characteristics on Tomato fruit Yield and Quality
under the Isolated-bed Cultivation System, "YUMEKANAE"

SHIGEFUJI Yuuji, HIRATA Toshiaki and USAGAWA Megumi

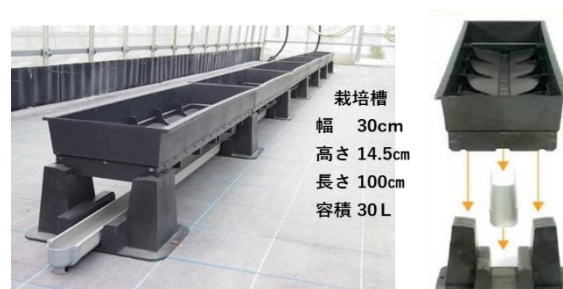
Abstract: Tomatoes were cultivated using the isolated-bed cultivation system, "YUMEKANAE," and the effect of daily average irrigation on fruit yield and quality was investigated. There was a significantly strong, negative correlation between fruit yield and sugar content. At 590 ml / strain / day, we were able to achieve the targeted average sugar content of 8% or higher, and a marketable fruit yield of 8 ton or higher. Compared with the control medium, the two types of growth media composed mainly of coconut husks had higher available water content and were considered to be more suitable as growth media for "YUMEKANAE". The water retention characteristics of the coconut husk medium measured by the indoor method and by a tensiometer differed significantly. When the pF value of the tensiometer was 1.9, the pF of the medium as per the indoor method was 3.0, within the soil water range where transpiration was severely reduced, indicating that plants were subjected to severe water stress.

Keywords: Irrigation amount, coconut husks, tensiometer

キーワード: 灌水量、ヤシガラ培地、テンシオメーター

緒言

山口県農林総合技術センター（以下；センター）は、トマト等の隔離床栽培が可能な栽培システム「ゆめ果菜恵（特許第 6343792 号）」を株式会社サンポリ（山口県防府市）と共同開発した（鶴山ら, 2016）。「ゆめ果菜恵」は、栽培槽にヤシガラ等を配合した専用培



第1図 隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」

* 現 退職

**現 山口農林水産事務所

地を充填して、点滴灌水チューブにより灌水することで、トマトやメロン、キュウリなどの果菜類が栽培できる。すでに様々な隔離床栽培システムや養液栽培システムが普及している中、「ゆめ果菜恵」はプランター感覚で小面積から取り組むことが可能で、環境に配慮したリサイクルプラスチックで構成され、低コストで耐久性に優れるという特長がある（第1図）。

山口県のトマト栽培面積は、夏秋トマト 102 ha（2020, 農林水産省作物統計）、冬春トマト 26 ha（2019, 農林水産省作物統計）となっている。夏秋トマトは「山口あぶ」トマトが野菜指定産地に指定されており、冬春トマトについては、高糖度トマトや長期どりトマトの小規模な産地が点在している状況である。本県は水田農業が主体であり、新規参入するトマト農家は、排水の悪い水田をほ場として利用することを余儀なくされることも多く、隔離床栽培が可能となる栽培システム「ゆめ果菜恵」の導入が効果的と考えられる。以上より、「ゆめ果菜恵」の灌水管理の特性を明らかにすることにより、高品質トマトの安定生産と普及に貢献できると考えた。

既往のトマト栽培研究では、簡易隔離床栽培と培地のpF値に基づく自動給液管理法（松浦ら, 2002）、低コストで設置が簡単なトマト袋培地栽培システム（金子ら, 2006）、遮根シートを利用した簡易隔離床栽培（白水ら, 2011）など、複数の報告がある。また細川ら（2006）は、ヤシガラやバーク堆肥等で構成された成型培地は、ロックウールスラブと比較して、水ストレス付与による高糖度トマト栽培としての適合性を有するとしている。トマトの水分制御法については、主にタイマー制御、日射比例制御、土壌水分制御がある。今回の試験においては、可販果収量 8t/10a かつ Brix 糖度 8% 以上の高糖度トマト安定生産も視野に、土壌水分制御による自動灌水管理を中心に行った。また、室内実験においては、ヤシガラを含んだ複数の培地の基本特性や体積含水率と pF 値の関係、ヤシガラ単体培地におけるテンシオメーター測定値と室内実験測定値との違い、体積含水率との関係等を調査した。これらにより、灌水パターンと栽培槽内の土壌水分変化、それらがトマトの生育収量に与える影響、有機質培地の特性把握と改良、ヤシガラ培地でテンシオメーターを使用する場合の注意点等を明らかにした。

材料および方法

1 灌水量がトマトの生育収量に与える影響

センター内ハウス（単棟：1a）において、隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」に専用培地を充填してトマト栽培を実施した。灌水チューブは点滴タイプ（商品名：恵水グリーンドリップ 10 cmピッチ、東栄管機株式会社）を栽培槽中央に1本設置した。穂木「マイクロック」と台木「グリーンセーブ」とともに2017年9月22日播種し、10月13日接ぎ木、11月13日に株間 25 cm 1条植えて定植した。1区12株を調査対象株とし、株ごとに収穫果の重量、果房段位、規格、収穫日を調査した。収穫は、2018年2月25日に開始し、6月18日まで行った。また、各果房の頂果1果について Brix 糖度を調査し、栽培終了時には各果房下の茎径（長径）をノギスで測定した。

自動灌水制御用の誘電式土壌水分センサーとして、株式会社A・R・P社製「WD-3」、圧力変換器付きテンシオメーターとして、株式会社センシズ社製「HD-001」をラック中央部の底から1cm上に設置した。ラック底に配置した理由は、テンシオメーターは湿潤土壤の方が比較的正確に計測が可能とされており、テンシオメーターへの脱気水補給回数も減らすことができるからである。当初は、それぞれの土壌水分計に灌水閾値を設定し、試験区とする予定であったが、それぞれの土壌水分計間の違いは判然としなかったため、結果的に灌水された水量の違いで5つの試験区を設置した（第1表）。なお、試験区の720 ml/株/日と590 ml/株/日では、自動灌水設定が同じにも関わらず、合計灌水量が異なったため、別試験区扱いとした。灌水量については、1回灌水された時の流量を確認し、毎日の灌水回数記録から算出した。灌水閾値を「WD-3」で体積含水率20~30%（出力電圧0~1.0V、取扱説明書の換算式は体積含水率% = 出力電圧 V × 100 で、土壤の種類や設置環境によって異なる場合があるという注意書きが記載）、「HD-001」で pF 2.0~2.2（出力電圧 1~2 V = 1~100 kpa、ポーラスカップから圧力変換器までの距離 40 cm として pF 値に変換）に設定した。ただし、11月13日の定植日から2週間は、株元や培地表面が乾かないように手灌水した。1回あたり灌水時間はラック底の排水穴から排水開始される時間を目安に、栽培初期6分~栽培後期13分を基本とし、その半分の時間設定区も設けた。自動灌水するための制御

第1表 試験区と自動灌水設定 (2017年)

試験区		12/4 ^Z	12/12~	1/17~	2/16~	3/15~	4/19~	5/9~6/18
灌水量 ^Y	灌水設定							
870ml/株/日	WD-3灌水閾値 (%) ^X	30	30	30	30	30	30	30
	1回灌水時間 ^W	6分	7分	8分	10分	11分	13分	10分
720ml/株/日	HD-001灌水閾値 (pF) ^V	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	1回灌水時間	6分	7分	8分	10分	11分	13分	10分
660ml/株/日	WD-3灌水閾値 (%)	30	20	20	20	30	30	30
	1回灌水時間	6分	7分	8分	10分	11分	13分	10分
590ml/株/日	HD-001灌水閾値 (pF)	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	1回灌水時間	6分	7分	8分	10分	11分	13分	10分
490ml/株/日	WD-3灌水閾値 (%)	30	20	20	20	30	30	30
	1回灌水時間	3分	3.5分	4分	5分	5分	6.5分	5分

^Z2017年11月13日 (定植日)~12月4日までは手灌水

^Y灌水設定どおりに自動灌水した結果, 栽培期間中に灌水された株あたりの日平均灌水量

^X取扱説明書の換算式: 体積含水率% = 出力電圧V × 100

^W1回灌水時間は, 排水穴の半数から排水が始まった経過時間を目安とし, 灌水後は60分間灌水されない設定とした

^V出力電圧1~2V=1~100kpa, ポーラスカップから圧力変換器までの距離40cmとしてpF値に変換

第2表 試験区と月別の日平均灌水量 (2017年)

(ml/株/日)

試験区	11/13~	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6/15まで
870ml/株/日 ^X	75	214	327	501	888	920	1,055	900
720ml/株/日	75	187	301	486	557	659	848	1,116
660ml/株/日	75	153	235	366	610	783	751	792
590ml/株/日	75	190	303	359	435	623	578	864
490ml/株/日	75	140	250	274	462	469	561	594

^X 灌水設定どおりに自動灌水した結果, 栽培期間中に灌水された株あたりの日平均灌水量

システムとして、西日本農業研究センターが開発した「UECS 用ロジック開発ツール」を使用した (黒崎, 2018)。

2 培地特性とトマトの生育収量

2019年度まで株式会社サンポリが「ゆめ果菜恵」専用培地として位置づけていた商品名「隔離槽専用培地」(以下: 対照培地) および、その改良のために新たに配合した2種類の培地 (A社培地、B社培地) について、基本特性評価および栽培試験を実施した。培地組成はいずれもヤシガラやピートモス等を配合したものである (第3表)。有効水分について、100 ml 円筒に培地を充填し、1時間飽水させた後有蓋で24時間静置排水したものを90分間脱水の遠心法でpF 1.8とpF 2.7の水分を測定し、この差の容積を求めた。培地

の保水性について、100 ml 円筒に培地を充填し、一昼夜飽水させた後、pF 1.5は砂柱法、pF 1.8、2.0、2.2、2.4、2.7は加圧板法、pF 3.0は遠心法で99分間脱水した水分を各区3反復で測定し、pFと体積含水率の関係を測定した。

栽培試験については、「麗月 (株式会社サカタのタネ)」を2019年4月22日に128穴セルトレイに播種し、5月13日に10.5 cmポットに鉢上げした。鉢

第3表 培地組成 (2019年)

(重量%)

培地	ヤシガラ		軽石	ピートモス	その他
	繊維状	チップ状			
A社培地	25	20	30	25	0
B社培地	17	17	42	16	8
隔離槽専用培地 (対照)	34	0	25	17	24

土は各試験区の培地と同様のものを用いた。センター内ハウス(1a)の「ゆめ果菜恵」に対照培地、A社培地およびB社培地を充填し、6月7日に、各区株数8株×2反復のトマトを定植し、活着までは十分に灌水した。7月18日～9月8日の間、8株をまとめて収穫日毎に規格別の収穫果重量を調査した。「HD-001」を1と同様の方法で設置し、自動灌水制御を行った。灌水閾値はpF2.1に設定し、土壤が乾燥して閾値を超えると1回あたり2分間点滴チューブで灌水する設定とした。ただし、トマト定植直後は3分×18回/日×1日灌水し、水を培地全体に浸透させた

また、少量多回数灌水の効果を調査するために「ゆめ果菜恵」に対照培地を充填した状態(トマト未定植)で、タイマー制御により①1分×12回/日×3日、②3分×4回/日×3日、③6分×2回/日×3日の灌水を実施し、培地の湿潤状態について位置ごとの重量含水率を測定した。

3 ヤシガラ単体培地でテンシオメーター法を利用した場合の体積含水率とpFの関係

ヤシガラ培地でテンシオメーターを使用する場合の注意点等を明らかにするために、培地の主要な素材として使われる、再生ヤシガラ繊維片を乾燥・圧縮した商品名:FIBROSOIL GROW BAG(スリランカ JAYAMPATHI LANKA EXPORTS PVT. LTD)を使用して、水分特性を調査した。室内測定法と実際の栽培で使用されるテンシオメーター法では、体積含水率とpFの関係が異なると考えられることから、それぞれの方法で測定し、比較した。

供試培地の有効水分は2と同様の方法で測定した。培地の保水性については、砂柱法と加圧板法は2と同様、遠心法については4個の100ml円筒に培地を乾燥密度0.086で充填し、一昼夜飽水させた後、水平ローターでpF1.8、2.0、2.3、2.7、3.0、3.8、4.2の順に90分間の遠心脱水量を測定し、最後に乾物重を測定した。蒸気圧法については、浸透ポテンシャルの影響をなくすため、培地を6時間流水にさらした後、純水で洗浄した風乾培地に含水比が0.8から4.5まで段階的になるように、それぞれ水を加えて混合した。この培地が水分を吸収して均一化させるため、ビニール袋に3日から4日間密封した。培地のマトリックポテンシャルはWP4水ポテンシャル測定装置で測定した。測定は、室温・チャンバーとも20℃で、試料をチ

ャンバー挿入後、20分間蒸気圧が平衡に達するのを待って行った。テンシオメーター法は、培地の水分調整が風乾培地に含水比で1.3から4.9まで段階的になるように、それぞれ水を加えて蒸気圧法と同様に密封して水分を均一化した。2Lビーカーに培地を乾燥密度0.086で充填し、テンシオメーターをビーカー中央に設置した。ラップでビーカーを覆い、半日から2日後にpFを測定した。

栽培試験については、センター内ハウス(1a)において、「ゆめ果菜恵」にA社培地またはFIBROSOIL GROW BAGを充填して大玉トマトを栽培した。2020年8月3日に台木「グリーンセーブ」、8月4日に穂木「CF桃太郎はるか」を播種し、8月20日接ぎ木、9月14日に定植した。1と同様に株式会社センシズ社製「HD-001」を設置し、灌水閾値をpF1.7～2.0(生育状況や培地表面の乾燥状況により変更)、1回あたり灌水時間を1分に設定した。点滴灌水チューブ(ユニラムCNLドリッパー間隔15cm;株式会社ネタフィムジャパン)を栽培槽1列あたり2本設置した。自動灌水するための制御機器として、センターと株式会社サンポリが共同開発した「Evoマスター」を使用した(2021,重藤)。1区8株を調査対象株とし、1週間毎に収穫果の重量、規格を調査した。

結果

1 灌水量がトマトの生育収量に与える影響

各試験区において第1表の自動灌水設定により灌水された平均灌水量は490～870ml/株/日となり、月別では第2表のとおりとなった。灌水量が多いほど株あたり可販果収量および果数が増加、平均1果重が重くなり、灌水量が少ないほどその逆の傾向となった(第4表)。490ml/株/日区で、尻腐れ果の重量割合が10.1%と多かった。平均Brix糖度については、灌水量が少ないほど高くなった。ただし、収穫開始期の2月と、後期の5月以降は8%を下回る果実割合が増加した(第2図)。1株あたり日平均灌水量が590ml区で、目標である可販果収量8t、平均Brix糖度8%を達成した。茎径については、平均灌水量が多い720～870ml/株/日区は比較的太く推移し、590～660ml/株/日区は10～12mmで推移、490ml/株/日区は7段目以降急激に細くなった(第3図)。

第4表 灌水量が収量および糖度に与える影響 (2017年)

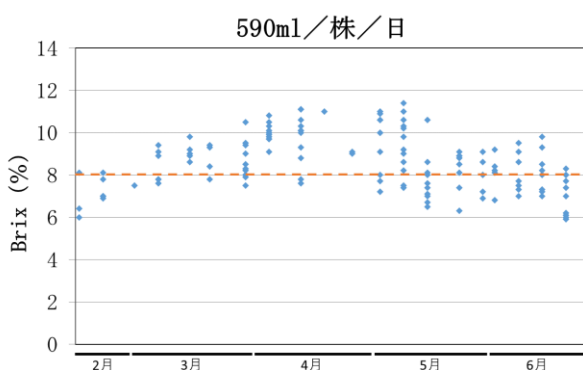
試験区 (灌水量)	可販果収量 ^z kg/株	可販果収量 ^y t/10a	規格別重量割合 %				可販果 個/株	可販果 平均1果重 g	平均Brix糖度 %
			可販果	尻腐れ	裂果・裂皮	その他規格外 ^x			
870ml/株/日	5.1 c ^w	12.7	81.6	3.1	2.4	12.9	35.8 b	142 d	7.2a
720ml/株/日	3.9 b	9.8	79.9	6.5	5.0	8.6	32.3 b	121 bc	7.9 b
660ml/株/日	3.9 b	9.8	78.8	4.4	2.3	14.5	31.5ab	124 c	7.5ab
590ml/株/日	3.4 b	8.5	87.2	2.6	4.4	5.8	31.3ab	109ab	8.6 c
490ml/株/日	2.5a	6.2	77.2	10.1	3.9	8.9	26.1a	94a	8.9 c

^z 可販果は1果重60~250gで形状良く障害の無いもの。収穫期間は2018年2月25日~6月18日

^y 10aあたり栽植株数2500株として算出

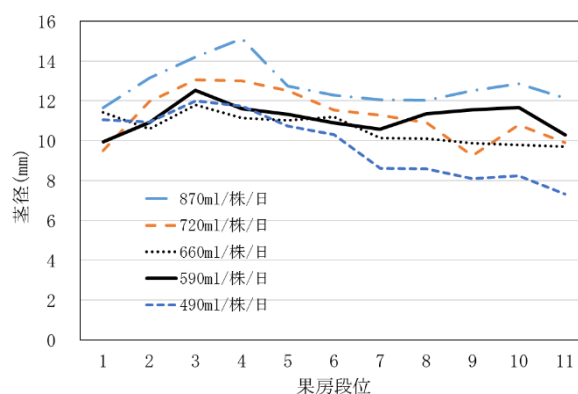
^x 尻ぐされや裂果・裂皮以外の障害果や可販果の1果重範囲外の果実

^w 異なる英文字間にTukey法により5%水準で有意差あり (n=12)



第2図 Brix糖度 (590ml/株/日) の推移 (2017年)

可販果収量8t/10aと平均Brix糖度8%の両方を達成した試験区



第3図 灌水量と茎径の推移 (2017年)
栽培終了時に各果房下の茎径 (長径) を測定

2 培地特性とトマトの生育収量

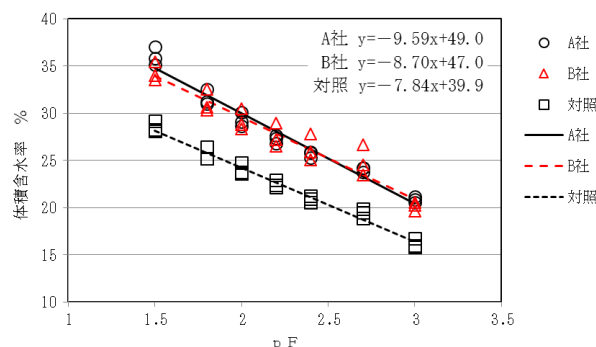
pF1.5に調整した培地の三相分布は、いずれの培地も気相率が50%以上であった(第5表)。pF1.8-pF2.7の易有効水分は、A社培地が比較的高く、B社培地と対照培地が低かった。室内測定法におけるpFと体積含水率の関係は、どの培地もpF1.5からpF3.0の間では回帰直線に近似できた(第4図)。同じpF値ではA社培地とB社培地が対照培地よりも高い体積含水率になった。回帰直線は、pF1.5からpF3.0の間で、A社培地とB社培地がほぼ同じであった。

トマトの株あたり可販果収量および個数、平均1果

第5表 培地の三相分布と有効水分 (2019年)

培地	充填乾燥密度	pF1.5 (%)			有効水分 (%) pF1.8-pF2.7
		気相率	液相率	固相率	
A社培地	0.246	53.0	36.0	11.0	7.5
B社培地	0.286	52.7	34.4	12.9	6.3
隔離槽専用培地 (対照)	0.260	56.6	28.5	14.9	6.2

重は、A社培地>B社培地>対照培地の順で重い傾向であった(第6表)。規格別重量割合については、B社培地の裂果がやや多かったが、それ以外は試験区間の差が小さかった。定植日の灌水後に培地表面の水の広



第4図 各培地のpFと体積含水率の関係 (2019年)

第6表 培地による収量等の違い (2019年)

培地名	可販果収量 ^Z kg/株	可販果収量 ^Y t/10a	規格別重量割合 %				可販果 個/株	可販果 平均1果重 g
			可販果	尻腐れ	裂果	その他規格外 ^X		
A社培地	2.3	5.7	86.3	5.4	7.6	0.8	155	117
B社培地	2.0	5.0	79.8	5.0	13.0	2.2	142	114
隔離槽専用培地 (対照)	1.8	4.4	83.6	4.9	9.1	2.5	138	103

^Z 可販果は1果重60~250gで形状良く障害の無いもの。収穫期間は2019年7月18日~9月8日

^Y 10aあたり栽植株数2500株として算出

^X 尻ぐされや裂果・裂皮以外の障害果や可販果の1果重範囲外の果実



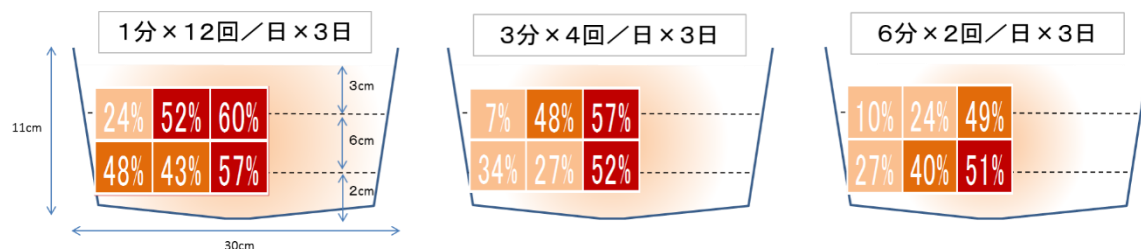
第5図 定植後に灌水した時の培地表面の様子 (2019年)
3分×18回/日 灌水後 (約2.7L/株)

がりを観察したところ、対照培地と比較して、A社培地とB社培地が早く広がった (第5図)。いずれの区も、要素欠乏症などの生理障害は見られなかった。

また、対照培地において、トマトを定植していない状態で灌水回数と培地への水浸透状態の違いを評価したところ、最も少量多回数灌水である① 1分×12回/日がいずれの測定位置においても重量含水率が高く、横方向への水浸透にも優れていた (第6図)。

3 ヤシガラ単体培地でテンシオメーター法を利用した場合の体積含水率とpFの関係

テンシオメーター法の水分特性は pF1.8~1.9 の間で、直線の傾きが異なり、pFが高くなると体積含水率の低下が抑えられた。蒸気圧法は、pF3.4 以下での水分特性曲線がばらつくが、pF3.8 以上では安定した特性になった (データ省略)。遠心法の水分特性は、pF1.8~4.2 の間で、直線関係になり、pF 3.8 以上では蒸気圧法とほぼ同じ特性になった。砂柱法・加圧板法の水分特性は pF2.0 以下では直線関係であるが、pFが高くなると体積含水率の減少が抑えられる曲線になった。室内測定法を比較すると、加圧板法と遠心法の特性は連続しない。遠心法は、遠心力によって試料の圧縮が生じて低 pF での体積含水率を低く見積もること



第6図 灌水パターンによる培地の湿潤状態の違い (2019年)

1回の灌水時間と1日当たりの灌水回数を変えたパターンで3日間タイマー灌水し、位置ごとの重量含水率で示した。

第7表 培地による収量等の違い (2020年)

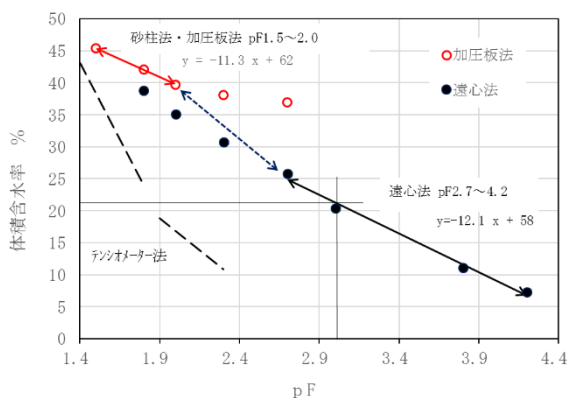
培地	可販果収量 kg/株 z	可販果収量 t/10a y	規格別重量割合 %				可販果 個/株	可販果 平均1果重 g
			可販果	尻腐れ	裂果・裂皮	その他規格外 ^x		
A社培地	6.4 ^w	16.0	76.7	2.0	9.5	40.6	157	
ヤシガラマット	6.7	16.6	78.8	1.4	10.5	9.4	42.6	
t検定	n. s.	—	—	—	—	n. s.	n. s.	

^z 可販果は1果重60~250gで形状良く障害の無いもの。収穫期間は2020年12月31日~2021年4月30日

^y 10aあたり栽植株数2500株として算出

^x 尻ぐされや裂果・裂皮以外の障害果や可販果の1果重範囲外の果実

^wは5%水準で有意差あり, n. s.は5%水準で有意差なし (n=8)



第7図 各種測定方法によるヤシガラ培地のpFと体積含水率の関係 (2020年)

になる。実際の水分特性は、pF1.5~2.0が加圧板法、pF2.7~4.2が遠心法、pF2.0~2.7が加圧板法と遠心法を結ぶ直線に近いと判断された(第7図)。なお、A社培地とヤシガラマット区の可販果収量を比較したところ、有意差は認められなかった(第7表)。規格別重量割合や平均1果重についても同様であった。

考察

1 灌水量がトマトの生育収量に与える影響

トマトにおいて、生育、収量と糖度の間には極めて高い負の相関関係が成り立つことが報告されている(栃木, 1989, 白水, 2011)。今回の試験において「ゆめ果菜恵」におけるトマト栽培で株あたり灌水量を変えて収量とBrix糖度を調査した結果、これらの報告と同様であることが確認された。また、各経営体が目標とする収量やBrix糖度が明らかな場合、第2表から得られた月別の日平均灌水量や各果房下の茎径推移を指標にすることができる。例えば、灌水量が最も多い870 ml/株/日区では12.7 t/10aの可販果収量を獲得し、長期どり作型であればさらに増収すると推

察できる。一方590 ml/株/日区では、平均Brix糖度8%以上、可販果収量8 t以上を達成したものの、それ以上に水分ストレスを与えると規格外果が急激に増えるなど、リスクも高くなると思われた。したがって、「ゆめ果菜恵」で水分ストレス栽培を行う場合は、季節的、部分的な培地の湿潤域変化を考慮する必要がある。今回すべての試験区において、11月13日の定植後2週間は培地全体が湿るように手灌水した。冬季は植物体も小さく蒸散量も少ないため、1月末頃まで培地全体の湿潤状態が保たれる傾向にあった。2月の収穫開始時期のBrix糖度が低めだったのはその影響が大きいと思われる。12月以降は自動灌水制御に移行し、土壤水分計付近の土壤水分は各区の設定どおり制御された。しかしながら「ゆめ果菜恵」の栽培槽は幅が30 cmあり、水平方向では灌水チューブから離れた位置になるほど乾燥することが確認された。少量多回数灌水によって、水平方向の水分ムラが緩和されることは分かったが、それでも2月の蒸散量が増加する頃から栽培槽の端が極端に乾燥し、それに伴い、供試したトマトには葉の巻きや尻腐れ果の発生が増加した。これは、一度伸長した根が乾燥枯死することによる影響と思われる。吉田ら(2007)は、尻腐れ果の発生は少給液区の中では根域容量が小さいほど少なくなるとしている。培地容量が少ないシステムとして、Dトレイ(0.25 L/株)やポットファームシステム(1.2 L/株)なども開発されている。一方で、「ゆめ果菜恵」は25cm株間の場合、株あたり培地量が7.5Lであることから、十分な給液量と一定の排液量が発生するような灌水方法が適するシステムと考えられる。「ゆめ果菜恵」で安定して高糖度トマト収穫を狙う場合には、栽植密度を高めて株あたり培地量を小さくする方法や、定植初期から土壤水分制御を行い、根域を狭く維持するような栽培方法が有効と思われる。

今回の試験では、2種類の土壌水分センサーを使用した。テンシオメーターは、後述するように気相率の高い有機質培地では、一般の土壌に比べて高pF時に正確な測定が困難となる。一方で誘電率土壌水分計は、その計測方法によりTDR土壌水分計、ADR土壌水分計やキャパシタンス土壌水分計などが開発されており、乾燥培地でも比較的精度の高い計測が可能とされている。しかしながら、いずれの土壌水分計も、水分量による出力値が温度や塩分に依存して、水分量を過大評価あるいは過小評価することが問題になっている(井上, 2017)。さらに、土壌水分計による指示値を閾値とした自動灌水制御を行う場合、様々な要因で灌水量の誤差が生じやすく、具体的な要因として灌水チューブの灌水ムラや部分的な排水率の違い(いわゆる水みちができる)、土壌水分計付近の植物体の生育や根量の違い等が考えられる。そもそも、1ヶ所のセンサー値から、バラツキのあるほ場の灌水を均一に行うことは困難である。対策としては、できるだけほ場の代表値となりうる地点に土壌水分計を設置し、灌水チューブは水ダレ防止機構等のついた、精度の高いものを使うことが重要である。また、植物の生育(茎径等)や土壌表面の観察、流量計のチェックによってその誤差を少しでも解消した上で、土壌水分計の測定値を目安とした自動灌水制御に取り組む必要がある。

2 培地特性とトマトの生育収量

隔離床用の培地は、過湿になりにくいと同時に極端に乾燥せず、水分制御が容易なことが求められる。同じpF値ではA社培地とB社培地が対照培地よりも高い体積含水率であり、特にA社培地は有効水分も比較的高く、「ゆめ果菜恵」用培地として適性が高いと思われた。ただし、今回供試したすべての培地は連年使用により、培地中有機物の繊維が分解され通気性が低下することや作物根残滓が多量に蓄積してくることを前提に、全孔隙が高くなるように、有機物と鉱質物の種類や量が調整されている。したがって、培地が新しい使用の初年目は特に、有効水分が少なく作物が水分ストレスを強く受けやすいので、灌水管理に注意が必要である。

3 ヤシガラ単体培地でテンシオメーター法を利用した場合の体積含水率とpFの関係

岩田ら(2017)は、灌水タイミングを正確に知らた

い場合はマトリックポテンシャルの測定が有効であるが、テンシオメーターでは土壌が乾燥すると(圧力水頭で-700 cm以下、pF値ではpF2.8以上)、素焼きカップや容器の隙間から空気が入ってしまい、正確な測定が困難になるとしている。今回、ヤシガラ単体培地の室内法で測定した水分特性と、テンシオメーター法で測定した水分特性は大きく異なっていた。なお、室内法での水分特性曲線は、脱水過程の特性である。吸水過程ではヤシガラ繊維内に徐々に水が浸入することから、土壌よりもヒステリシス効果が大きいのと思われる。吸水過程の特性曲線は、脱水過程より同じpF値では体積含水率は低くなり、第7図のテンシオメーター法の曲線側に近づく。したがって、灌水後に下がったpF値が上がる幅が大きいため、灌水量の設定には注意が必要である。本試験では、テンシオメーターの指示pF値が1.9の時は室内法による培地pFが3.0で蒸散量抑制の水分域にあり、植物に過度な水分ストレスを与えていることが分かった。「ゆめ果菜恵」では、ヤシガラを主体として配合した気相率の高い有機質培地を使用する。有機質培地は、ポーラスカップと培地粒子の接着面が少ないことから、一般の土壌に比べてpF値の安定に時間がかかり、培地の乾燥密度が低くなれば(緩く詰めれば)更にこの差は広がるとと思われる。これらのことから、テンシオメーターを指標として水管理を行うには注意深く行う必要があり、最低限、指示pF値と培地水分(体積含水率や含水比等)の関係を栽培槽で実測し、水分特性を把握しておくことが重要である。

摘 要

隔離床栽培システム「ゆめ果菜恵」を利用して大玉トマトを栽培し、日平均灌水量が収量および品質に与える影響を調査した。収量と糖度の間には極めて高い負の相関関係があった。試験区の中で、590 ml/株/日では、目標である平均Brix糖度8%以上、可販果収量8 t以上を達成できた。ヤシガラを中心に構成された2種類の試験培地は対照培地と比較して、有効水分が高く「ゆめ果菜恵」用培地として適正が高いと思われた。ヤシガラ単体培地の室内法で測定した水分特性と、テンシオメーター法で測定した水分特性は大きく異なっていた。テンシオメーターの指示pF値が1.9の時は室内法による培地pFが3.0で蒸散量抑制の土壌水

分域にあり、植物に過度な水分ストレスを与えていることが分かった。

引用文献

- 細川卓也・小松秀雄・前田幸二・中村和洋・吉田徹志・福元康文. 2006. ヤシガラ・バーク成型培地を用いた養液栽培での 日射比例給液制御による長段どりトマトの高糖度果実生産. 園芸学研究. 5(1) . 39-44
- 井上光弘. 2016. ユーザーから見た市販マルチセンサーの測定精度の評価. 土壌の物理性. 132. 31-39
- 岩田幸良・宮本輝仁・亀山幸司. 2017. 土壌水分を測定するセンサー「農村工学研究部門メールマガジン」第93号
- 金子良成・樋江井清隆・榊原正典・今川正弘. 2006. 低コストで設置が簡単なトマト袋培地栽培システムの開発. 愛知県農業総合試験場研究報告 38. 45-50
- 黒崎秀仁. 2018. UECS による複合環境制御システムの進化, 農業食料工学会誌 80(3), 160-170
- UECS 用ロジック開発ツール活用マニュアル, 2019, 農研機構技術紹介パンフレット
[https://www.naro.go.jp/publicity_report/](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130278.html)
- publication/pamphlet/tech-pamph/130278.html
- 松浦京子・高柳りか・佐藤達雄・吉田 誠. 2002. 灌水同時施肥法による高糖度トマトの安定生産. 神奈川県農業総合研究所研究報告. 143. 55-60
- 重藤祐司・安永 真. 2021. 園芸作物のスマート農業技術開発の取り組み. 令和2年度山口県農林総合技術センター成果発表要旨
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a17201/nougyou/kikaku/r2seikayousi.html>
- 白水武仁・吉田耕起・岩本英伸・山並篤史. 2011. 簡易隔離床を利用した高糖度トマト生産のための培地のpF値に基づく自動給液管理法. 熊本県農業研究センター研究報告 18. 56-62
- 栃木博美・川里 宏. 1989. トマトの促成栽培における土壌水分が果実品質に及ぼす影響. 栃木県農業試験場研究報告 36. 15-24
- 鶴山浄真・刀禰茂弘・宇佐川恵・茗荷谷紀文・鹿島英一郎. 2016. トマト簡易隔離床栽培システムの開発とこれを用いた2作型での生産実証. 園芸学研究第15(2). 531
- 吉田裕一・松野太樹・新開 礼・後藤丹十郎. 2007. 根域容量と日射比例給液制御による給液量がトマトの生育・収量と果実品質に及ぼす影響. 岡山大学農学部学術報告. 96. 37-42