

施設トマトの需要拡大に向けた高糖度化技術の開発

〔平成 27～29 年度〕

木下沙也佳・野口 貴・海保富士男・沼尻勝人
(園芸技術科)

【要 約】ハウス土耕栽培，東京式養液栽培システムにおいて，水分ストレスによるトマトの高糖度化技術を開発した。高糖度化に伴う障害果の抑制対策も明らかにした。高糖度トマトは果実重が小さいが，販売単価を高くできるので収益性を損なうことはない。

【目 的】

野菜に対する消費者のニーズは多様化し，価格だけでなく食味（品質）への関心が強まっている。これに対し，これまでの試験研究は多収化の技術開発が中心で，食味など内部品質については比較的遅れがちであった。本課題では，付加価値を付けたトマトによる需要拡大を図るため，都内で採用されている雨よけ（または無加温半促成）～抑制栽培を対象とし，土耕栽培および最近急増している養液栽培において高糖度化技術を開発する。

【成果の概要】

1. 土耕栽培における高糖度化技術

1) 栽培圃場，ベッドの作成

トマトの糖度を高めるには水分ストレスの付与が有効である。土耕栽培では防根透水シートを用いて根域制限（隔離栽培）を行う（図 1，2）。根域を制限しないと，降雨などの影響で土壤水分の制御ができず，糖度が上がらない。栽培床は，幅 45cm，深さ 20cm に作溝して防根透水シートを敷き，被覆肥料を施用した畑土を埋め戻し，灌水チューブを設置してマルチで覆う。灌水チューブの上流に水道メータと灌水タイマーを接続して自動化を図る。施肥量は，雨よけ（無加温半促成）栽培で圃場面積 10 a あたり N : 18kg， P_2O_5 : 25kg， K_2O : 18kg，抑制栽培ではその 6～7 割を目安とする。

2) 灌水量による高糖度化

隔離栽培 3 ヶ年の試験結果（抜粋）を表 1 に示す。目標とする糖度 6.5%以上で，下物果発生が少ない土壤水分条件（着果後）を抽出すると，pF 値は 2.5～2.6，灌水量は 1 日 1 株あたり 0.75～1 L である。慣行栽培と比べて果実重は小さくなるが糖度は 1～2 %上昇する。着果数は慣行栽培と同等である。「CF 桃太郎ファイト」で糖度が高い。

2. 養液栽培システムによる高糖度化技術

1) 養液栽培のシステム

養液栽培のシステムは，かけ流し方式ではなく，施肥量が把握でき，葉の蒸散量を反映した灌水が可能な東京式養液栽培システム（以下，東京式，平成 26・28 年成果情報参照）とする（図 3）。液肥は生育ステージに応じて段階的に一定量を与える。灌水は，貯留槽に水位センサーを設置し，水位が低下したときのみに行われるようにする。

2) 貯留槽への炭酸苦土石灰施用による高糖度化

貯留槽に塩類を添加することで貯留液の浸透圧が高まり，培地への揚水量が減少する。水位が低下しにくくなるため灌水量が減少する。塩類として炭酸苦土石灰を用いた場合，

施肥量が多いほど糖度が上がり、果実重は減少する（表 2，3）。平均果実重 100 g 以上、糖度 7 %以上とするためには、1 株あたり 400g の施用（250 株/a の場合）が適する。寡日照条件では糖度が上がりにくいので、上限 800 g の範囲で増施する。

3) 貯留槽の水位調整による高糖度化

貯留槽の水位を低くすると貯留液～培地底部の間隔（揚水距離）が広がり、揚水量が減少するので水分ストレスが発生する。揚水距離 5 ～12cm の範囲では、12cm で糖度が高く、可販果収量は 8 cm で高い（図 4）。5 cm は水分供給が増え、側面裂果が増加する。

4) 灌水制限による高糖度化

1 日の灌水量の上限を株あたり 1.0～2.5 L の範囲で比較すると、1.0 L で糖度が高くなる（図 5）。ただし、日照時間が少ないと上昇しにくい。

5) 貯留槽への液肥原液施用によるストレス付与

果実糖度は貯留液の硝酸イオン濃度や EC 値と高い正の相関がある（表 4）。貯留槽へ液肥原液を直接施用すると、硝酸イオン濃度や EC 値は急上昇するが、その後早期に下降する（図 6）。この場合、安定的なストレス源にはならず、糖度は上がりにくい。

6) 東京式の推奨品種

長期栽培で「りんか 409」と「CF 桃太郎ファイト」を比較すると、果実重に差はないが、糖度は「りんか」で 1.5 %以上高く、東京式における有望品種である（図 7，8）。

3. 生育障害対策

1) ストレス付与の際、葉数が多いほど糖度は上がり、小果や尻腐れ果が発生する（図 9）。

摘葉を強くすると尻腐れ果や裂果は減少するが糖度が低下する。糖度維持には、着果果房下 2 ～3 枚を残すのが妥当であるが、障害果発生が懸念される際には、果房下 1 枚残しとして糖度低下を抑制する。障害果多発の際には着果果房直上葉以下を全摘葉する。

2) 高温障害果対策は、ハウス内の気温抑制、東京式では「培地気化冷却」の併用とする。

4. 経営的評価

1) 市販トマトの糖度と店頭価格の関係をみると、糖度に比例して販売単価が高くなる（図 10）。市販品の糖度 4.5 ～5 %に対し、本技術で 6.5 %に高めると販売単価を 2 倍以上に設定できるため、果実重が小さくても収益性は損なわれない。

【残された課題・成果の活用・留意点】

1. 寡日照条件では糖度が上がりにくいので、土耕栽培では灌水量を 1 日 1 株あたり 0.75 L とし、東京式では炭酸苦土石灰施の増施（600～800g/株）、貯留槽水位の引き下げ（揚水距離で 10～12cm）を行う。ハウス内の光透過性を改善し、光反射資材等を利用して受光量を確保する。

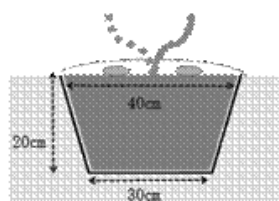


図1 防根透水シートを用いた隔離ベッド

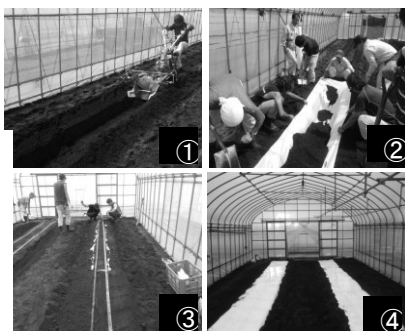


図2 隔離ベッドの作成手順
①：作溝作業，②：防根透水シートの埋設，
③：灌水チューブの設置，④マルチ敷設

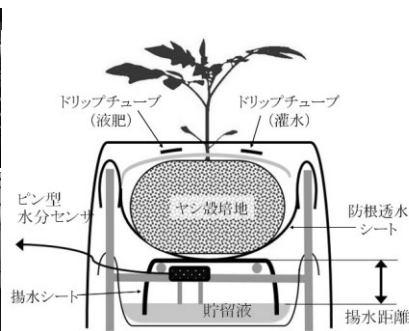


図3 東京式養液栽培システムの栽培ベッド
培地底部と貯留液水面との距離（揚水距離=L）

表1 土耕栽培トマトにおける根域制限、灌水量の違いが果実重、収穫果数、糖度および酸度に及ぼす影響

年度 ^a	根域 ^b 制限	灌水開始 目標pF	灌水制御	平均 ^e 灌水量	総灌水量 ^f	期間 ^g 平均pF	平均果 重	収穫果数(個/株)			糖度 (Brix%)	酸度 (%)
				(L/株/ 日)	(L/株)			可販	下物 (小果+尻腐) ^h			
2015	無	2.3~2.5	手動	1.27	132	2.21	214	12.6	1.2	(0.1)	6.0	0.78
	無	2.7~2.9	手動	0.75	78	2.39	202	10.9	9.6	(0.2)	6.1	0.81
	有	2.3~2.5	手動	1.61	167	2.33	169	12.9	6.4	(0.7)	6.1	0.87
	有	2.7~2.9	手動	1.11	116	2.47	113	10.0	10.3	(3.3)	7.4	1.06
2016	無	2.0~2.3	手動	1.78	148	2.51	211	20.2	5.9	(0.8)	6.0	0.62
	有	2.3~2.5	センサー ^c	1.15	95	2.63	120	14.8	9.9	(6.0)	7.0	0.86
	有	2.7~2.9	センサー	0.72	60	2.70	105	11.9	14.1	(8.9)	8.0	1.01
2017	無	週2回	手動	1.18	161	2.51	213	13.3	11.8	(0.6)	5.6	0.71
	有	2.6~2.7	センサー	0.83	113	2.71	123	12.4	13.3	(3.3)	6.6	0.93
	有	2.6~2.7	センサー	0.63	86	2.72	92	13.8	12.9	(3.4)	7.6	1.09
	有	1日1回	9:00 ^d	0.73	99	2.66	92	11.7	16.0	(5.7)	7.6	1.11

a) 2015年度: 4/15定植・7段, 2016年度: 4/21定植・8段, 2017年度: 3/17定植・8段

b) 幅45cm, 深さ30cmの溝に防根透水シートを設置

c) 灌水タイマー(タカギ製)付属の水分センサーを深さ15cmに設置し, 9時に目標pFで10分間灌水するように設定

d) 毎日9時に5分間灌水するように設定

e) 栽培期間中の1日あたり1株の平均灌水量

f) 栽培期間中の1株当たりの総灌水量

g) 栽培期間の朝(8:50)と夕方のpF値の平均

h) カッコ内の数値は下物果うち小果(50g以下), 尻腐れ果, 芯腐れ果, 果頂褐変果の数を合わせたもの

表2 貯留槽への石灰混入量がトマト各果房の果実糖度および果実重に及ぼす影響(2015年, 抑制栽培, 「CF桃太郎ファイト」)

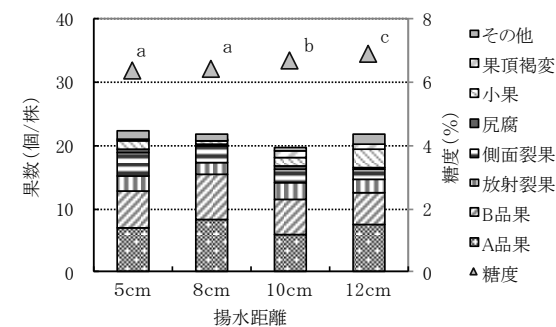
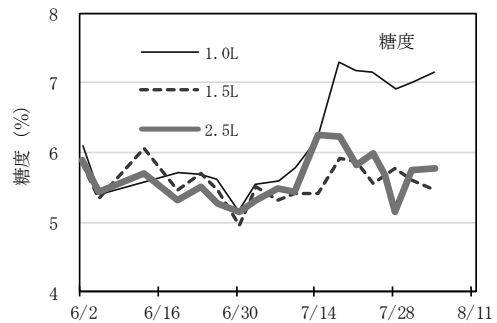
石灰 施用量	糖度(Brix値)						果実重(g)					
	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第1	第2	第3	第4	第5	第6
0g	6.1 a	6.3 a	6.4 a	6.2 a	6.0 a	5.7 a	109 c	124 c	148 c	178 c	186 c	186 b
200g	6.3 a	6.4 a	6.2 a	6.3 a	6.0 a	6.0 a	97 bc	119 c	129 c	149 b	153 b	196 b
400g	6.7 b	6.9 b	7.0 b	7.1 b	7.2 b	6.6 a	84 b	100 b	94 b	101 a	110 a	131 b
800g	7.1 c	7.8 c	8.0 c	8.0 c	8.5 c	10.2 b	61 a	69 a	67 a	72 a	103 a	53 a

表中の各果房において, 異なる英文字を付した数値間にはTukey法により5%水準で有意差がある。

表3 貯留槽への石灰混入量が可販果収量および果房別果実糖度と果実重に及ぼす影響(2016年, 半促成栽培, 「CF桃太郎ファイト」)

石灰 施用量	糖度(Brix値)						果実重(g)					可販果重/ 株(g)
	第1	第3	第5	第7	第9	全果	第1	第3	第5	第7	第9	
0g	7.6 a	6.9 a	6.7 a	5.6 a	6.0 a	6.8 a	136 b	115 b	115 c	137 b	147 a	1671
400g	8.4 b	8.5 b	8.0 b	7.1 b	6.4 b	7.9 b	136 ab	88 a	87 b	84 a	123 a	1250
600g	10.0 c	9.3 c	9.0 c	7.3 b	6.8 b	8.8 c	89 a	73 a	71 a	84 a	115 a	756
800g	10.2 c	9.4 c	8.4 bc	6.8 b	6.7 b	8.4 c	108 ab	69 a	81 ab	91 a	137 a	922

表中の各果房において, 異なる英文字を付した数値間にはTukey法により5%水準で有意差がある。

図4 揚水距離の違いが規格別収穫果数に及ぼす影響
(2015年抑制栽培「CF桃太郎ファイト」, 異なる英文字を付した数値
間にはTukey法により5%水準で有意差がある)図5 灌水制限が果実糖度に及ぼす影響
試験区は1日あたり株あたりの給水上限(L)。2017年抑制栽培

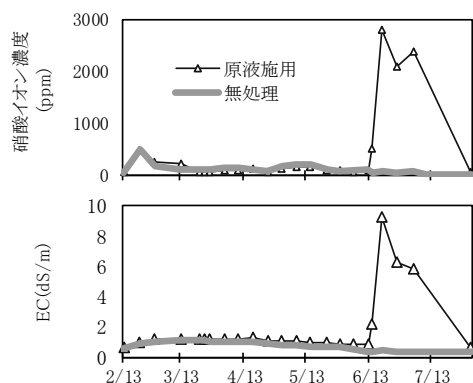


図6 貯留槽への原液施用が貯留液の硝酸イオン濃度およびEC値に及ぼす影響
(2017年半促成栽培, 6月13日, 15日にそれぞれ液肥原液(OATハズ1&2)を窒素成分量で980mg/株を施用)

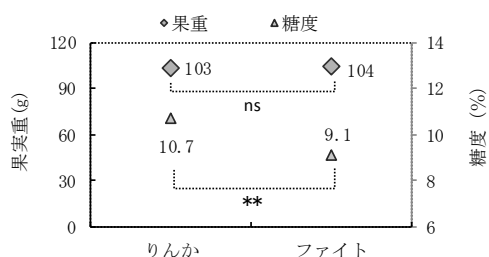


図8 「りんか、ファイト」の2～3月の果実品質
2016～17年長期栽培, **は1%水準で有意差あり(t検定)

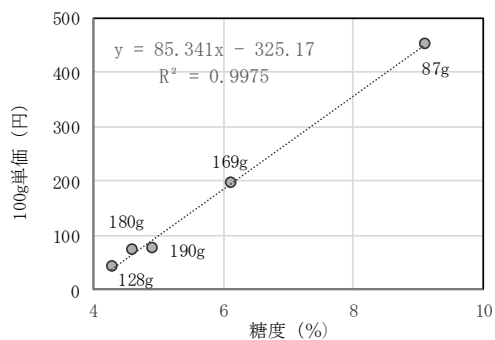


図10 トマトの店頭価格と糖度の関係
(1パック2～4果の平均, 立川, 国分寺市内の3店から12～1月に購入, プロット上の数値は平均果実重を表す)

表4 貯留液の化学性と果実品質の相関係数表

	EC値	pH	果実重	果実糖度
NO ₃ 濃度	0.496 **	-0.322	-0.022	0.625 **
EC値		-0.848 **	-0.704 **	0.881 **
pH			0.536 **	-0.697 **
果実重				-0.640 **

2016～2017年長期栽培における2～3月のデータ, 品種「りんか」.
**は1%水準で有意.

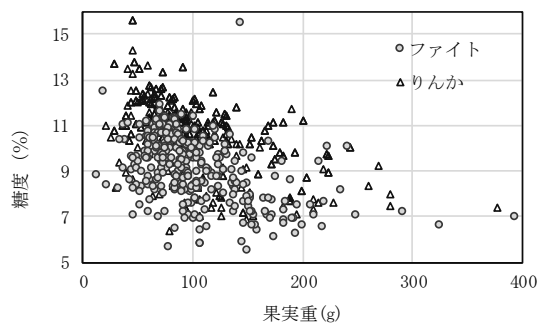


図7 「りんか、ファイト」の長期栽培における2～3月の果実重と糖度の分布
2016～17年長期栽培, 調査対象果は可販果および小果

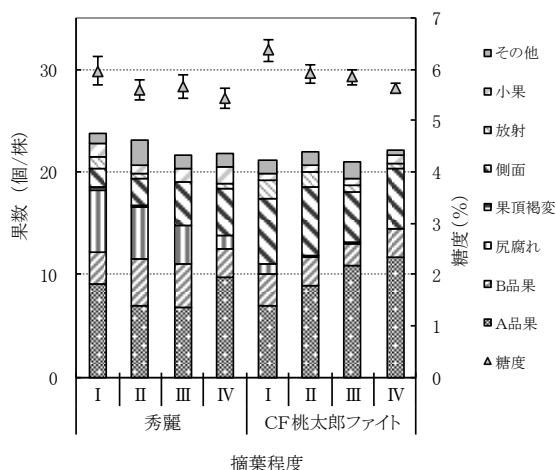


図9 摘葉程度が規格別収穫果数および果実糖度に及ぼす影響 (2016年雨よけ栽培)

摘葉程度Ⅰ: 着果果房下3葉残し, Ⅱ: 着果果房下1枚残し, Ⅲ: 着果果房下1枚残し+着果果房直上葉摘葉, Ⅳ: 着果果房直上葉以下を摘葉. グラフ上のバーは標準誤差を示す

【発表資料】

1. 平成28年度園芸学会秋季大会 (ポスター発表)
2. 平成29年度園芸学会秋季大会 (口頭発表)
3. 平成30年度園芸学会春季大会 (ポスター発表)
4. 農耕と園芸 2018(6), 誠文堂新光社