

新たな資材等を組み合わせた低コスト高温対策技術等による トマトの夏越し栽培体系

試験研究計画名：高温環境等を克服して日本品質を周年安定生産

地域戦略名：①高温対策と草勢強化技術を組み合わせた夏秋どりトマトの長期安定生産戦略（長野県）、②新しい資材と技術を組み合わせた、トマト抑制栽培の早期収量の安定と収益アップ（愛知県）、③トマト促成長期どり及びハウス抑制栽培における、昇温抑制技術の導入による収量の向上（千葉県）、④日本海側気候に適した夏越し長期どりトマト栽培技術の確立（福井県）

研究代表機関名：（研）農研機構 野菜花き研究部門

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

長野県南信州地域、愛知県東三河地域、千葉県印旛・海匝・山武・長生・君津地域、福井県全域は、それぞれ立地や気候を生かしたトマトの産地ですが、9～11月の生産性の低下は安定的な収益を確保する上で深刻な課題となっています（図1）。

長野県の夏秋栽培では簡易なハウスで栽培が行われ、夏季の高温により、草勢低下、着花不良、裂果及び尻腐れ果など障害果の多発などが生じます。愛知県や千葉県の抑制栽培では夏季高温条件下に育苗及び定植を行うため、活着不良によって草勢が低下しやすいです。千葉県の促成長期どり栽培では、定植時期が盛夏を避けて8月下旬と遅く、収穫開始は遅れてしまいます。日本海側の福井県では、年2作型から長期どり作型への移行を進め、さらに、暖房コストの高い冬季を経過する作型ではなく夏季を中心とした作型への変更が求められています。現場からは、低コストで生産性の向上に直結する高温対策・草勢維持技術が求められています。秋季の生産性

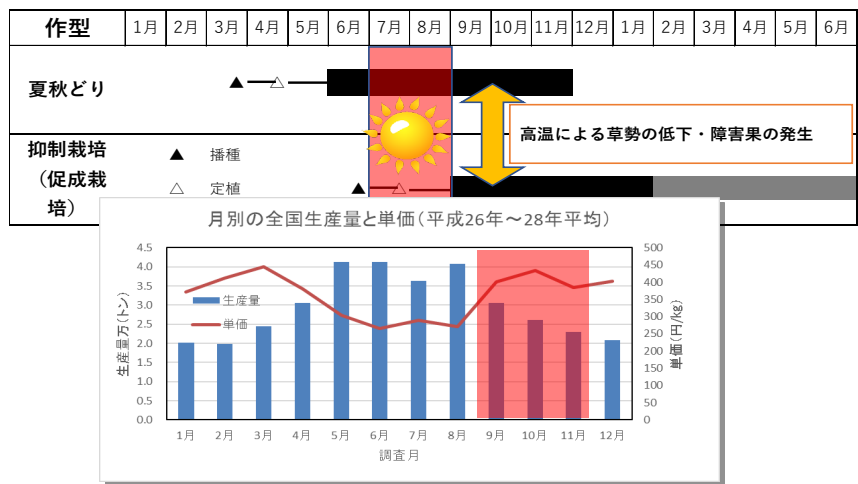


図1 現状の問題点：夏季の高温によるトマトの秋期の供給量の低下

表1 試験を行った高温対策・草勢維持技術の組合せと効果

試験場所	品種	栽培	昇温抑制				草勢維持		作型変更	
			細霧冷房	パッドアンドファン	遮熱資材	換気	CO ₂ 局所施用	強勢台木		
長野県	試験場	大玉 普通	○				○	○	TTM-079	前後1か月延長
	実証圃	大玉 普通	○			○	○	○	スパイク23	
愛知県	試験場	大玉 普通	○		○					
	実証圃	大玉 ホストレス	○			○			△ ASU-10	
千葉県	試験場	大玉 普通			○		△		△ TTM-150	
	実証圃	中玉 ホストレス	○				△		△ ASU-10	1か月前進
福井県	試験場	中玉 普通		○					○ エンペラドール	夏中心
	実証圃	中玉 普通		○					△ ASU-10	夏中心
農研機構	試験場	大玉 普通						○	TTM-150 ASU-10	

○：効果あり、△：効果なし

向上は、高品質なトマトを年間を通して市場に安定供給する上で重要な技術となります。

技術体系の紹介：

試験を行った高温対策・草勢維持技術の組み合わせと効果を表1に示します。

1. 気化熱冷却（細霧冷房・パッドアンドファン）によるハウスの昇温抑制（全県）

細霧冷房は、ハウス内に水を噴霧する技術であり、パッドアンドファンは、ハウス側面の網目状の専用パッドに水を滴下し湿らせて通風し、どちらも気化冷却による冷房効果があります（写真1）。細霧冷房あるいはパッドアンドファンにより、ハウス内の最高気温を約2~3℃低く抑えることができます（図1）。従来の遮光カーテンの使用を最小限とすることにより、約10%日射量を多く確保します。気化した水蒸気によりハウス内に加湿することができるため、過剰な乾燥を防ぎ、光合成速度を高めることができます。細霧冷房の制御法については、日射強度に応じて噴霧・休止間隔を変更する日射比例設定で噴霧量を増加させ、昇温抑制効果が高まります（図2）。



写真1 細霧冷房（左）およびパッドアンドファン（右）

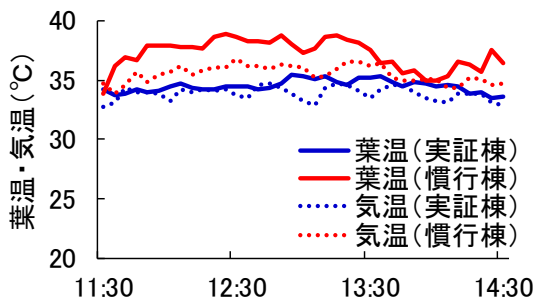


図1 葉温と気温の比較

畝上高さ10cm付近の葉温を測定。実証棟は細霧冷房実施（湿度75%未満の場合1分稼働後、5分休止）

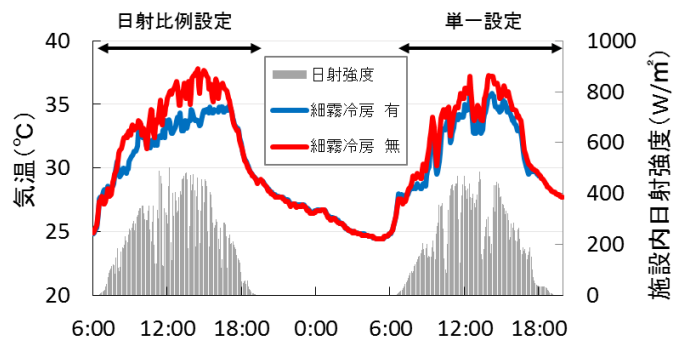


図2 細霧冷房の設定の違いが気温に及ぼす影響
共通の設定：7~18時+温度23℃以上+相対湿度85%未満
単一設定：上記の条件であれば30秒噴霧・60秒休止
日射比例設定：上記の条件+施設内日射に応じて変更
0~150W/m²：10・300（噴霧時間(秒)・休止時間(秒)）、
150~200 W/m²：30・60、200~400 W/m²：50・40、
400~W/m²：100・20

2. 遮熱フィルムによるハウスの昇温抑制（愛知県・千葉県）

千葉大学などが2017年に開発した赤外線反射型の遮熱フィルムは、可視光の透過率が90%と高く、熱源となる赤外線は40%反射します（図3）。施設内に展開する場合、同程度の遮光率の資材と比較すると、昇温抑制効果が大きい（最高気温2℃低下）ことが分かりました（写真2）。外張りフィルムとして利用できるような加工や汚れの洗浄方法など、より使いやすい資材の改良や使い方の工夫により、現地への普及性が期待できます。資材費25万円/10a程度（慣行遮光資材と同程度~やや割高）、耐用年数は5年程度です。

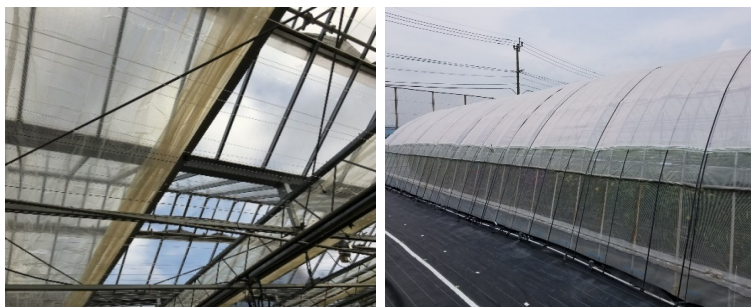


写真2 遮熱フィルムを遮光カーテンと入れ替えた場合（左）およびハウス外張りに重ねて展開した場合（右）

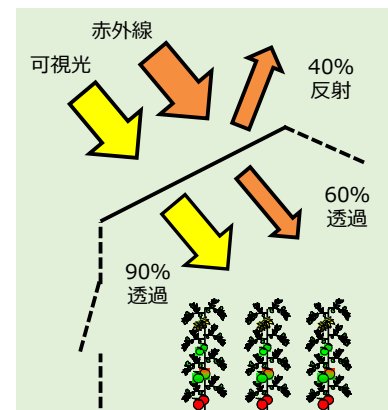


図3 今回導入する赤外線反射型遮熱フィルム

3. 強勢台木を利用したトマトの草勢維持 (長野県、福井県、農研機構)

トマトの強勢台木は、種間雑種も含めて多くの品種が育成されています。強勢台木の利用は、普通トマト栽培において、高温環境下で草勢維持によって収量を増加させることができます(写真3)。一方、高糖度トマト栽培では、ストレスによって草勢を人為的に抑えるため、強勢台木の効果はありません。



写真3 定植1か月後の草勢の違い

4. CO₂局所施用によるトマトの草勢維持(長野県)

換気量の多い夏秋どり栽培の施設内でも、晴天日のCO₂濃度は外気より低くなります。多孔質チューブを栽培ベッド上など作物近傍に設置してCO₂を供給すると、群落内のCO₂濃度を外気より高く維持できます。CO₂センサの設定値を外気よりやや高くし、日の出～日没まで「低濃度長時間施用」することにより、9～10月の可販果が8～27%増え、10%の増収が可能となります。

技術体系の経済性は：

経営改善効果

長野県(ハウス10a当たり)：高温対策技術(細霧冷房、肩換気、CO₂局所施用)を導入し、2年間の実証の結果、19%の増収より生産物粗収益が884千円増加しました。償却費及びランニングコストや出荷経費増加により経営費は10a当たり460千円増加しますが、差し引き農業所得は10a当たり424千円増、対照区比12%の増加になります(表1)。なお、実証地の実績で慣行苗120円に対し、強勢台木苗は230円でした。

表1 経営試算(長野)ハウス10a当たり

区分	項目	高温対策区(A)	対照区(B)	(A)-(B)	備考
		(円)	(円)		
区 分	細霧冷房	あり	なし		
	肩換気	あり	なし		
	強勢台木利用	あり	あり		
	CO ₂ 局所施用	あり	なし		
経 営 費	種苗費	391,000	391,000	0	230円×1,700本
	肥料費	65,000	65,000	0	県経営指標より
	農薬費	53,000	53,000	0	県経営指標より
	諸材料費 (うちCO ₂ 経費分)	284,000 (122,000)	162,000	0	県経営指標より CO ₂ ランニングコスト1,080kg×120円
	光熱・動力費	15,000	15,000	0	県経営指標より
	償却費 (うち高温対策技術分)	560,700 (338,000)	242,700	440,000	Aは高温対策機材含む(償却10年) 細霧冷房750千円、肩換気1,600千円、 CO ₂ 局所施用1,030千円
	流通経費	125,000		20,000	県経営指標に増収分を反映
	合計	1,493,700	1,033,700	460,000	
収 益	生産物収量(kg)	8,500	7,140	1,360	
	粗収益	5,525,000	4,641,000	884,000	
農業所得		4,031,300	3,607,300	424,000	
同上対照区比		112	100		

参考：慣行苗費用 204,000円(120円×1,700本)

愛知県(ハウス670m²当たり)：高温対策技術(側窓外側の細霧冷房、肩換気、制御装置)を導入し、

23%の増収により生産物粗収益が374千円増加しました。償却費273千円及びランニングコスト30千円と出荷経費の増加により経営費は341千円増加しますが、差し引き収益は33千円増加しました。

千葉県（ハウス10a当たり）：高温対策技術（細霧冷房）を導入し作型を1か月前進したところ、22%の増収により生産物粗収益が1,404千円増加しました。償却費391千円及びランニングコスト5千円と出荷経費などで経営費は732千円増加しますが、差し引き収益は672千円増加しました。

福井県（ハウス10a当たり）：高温対策技術（パッドアンドファン、強勢台木）を導入し、作型を促成長期どりから夏越しに変更したところ、48%の増収により生産物粗収益が2,548千円増加しました。償却費514千円及びランニングコスト61千円、種苗費214千円、出荷経費などで経営費は1,785千円増加しますが、差し引き収益は763千円増加しました。

経済的な波及効果

長野県では夏秋栽培30ha（栽培面積の10%）で1.26億円、愛知県では高温期のトマト5haで0.15億円、千葉県では長生地域の長期どり栽培3.8haのうち50aで、0.08億円、ハウス抑制栽培45haで1.3億円、福井県では夏越し作型への転換も含め5経営体2haで2億円と推定しています。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

各要素技術（細霧冷房、CO₂局所施用、強勢台木利用、遮熱フィルム）は、すべてのトマト栽培施設に導入可能です。CO₂局所施用、強勢台木利用は比較的導入コストが安価な技術であるため、雨よけハウスや屋根型施設など中小規模を機能向上し、高温期の生育や果実肥大を安定化させて収益アップを狙う生産者におすすめします。細霧冷房とパッドアンドファンについては、初期費用が高額であるため、大型ハウスでの経営への導入が効果的です。

技術導入にあたっての留意点：

細霧冷房：安定した水源を確保する必要があります。特性上、その効果は栽培施設の立地環境や気象条件に左右され、また、葉が濡れると病害発生リスクが高まるため、導入施設ごとに適する運用方法を見出す必要があります。高温抑制効果を得るためには、空気の流れを遮らないことも重要です。

遮熱フィルム：現在、複数のメーカーが開発中で実証試験中のため、上市される時期は未定です。

パッドアンドファン：換気扇の騒音や排気が問題となる場合があるため、市街地などでは周囲への影響を確認することが必要です。また、効果が得られるのは通常パッドから換気扇までの距離が45m程度とされています。今回の試験において、間口14m、奥行72m、軒高3.5mのハウスに、奥行方向の片側にパッド、反対側に換気扇を設置した場合、効果が実証されました。大きなハウスを対象とする場合は注意が必要です。

強勢台木：土壌病害発生圃場では、適した品種を選定する必要があります。気象条件により強勢になりすぎる場合があるため注意が必要です。特に梅雨時期の高温かつ日射の少ない時期に強勢になりすぎると、異常茎（通称：メガネ、芯どまり）が多発する場合があるため、施肥管理や環境制御、植物体管理によりコントロールすることが必要です。

研究担当機関名：（研）農研機構野菜花き研究部門、長野県野菜花き試験場、愛知県農業総合試験場、千葉県農林総合研究センター、福井県農業試験場園芸研究センター、（株）にいみ農園、トヨタネ（株）、（株）花いちご、北川農園、（国）千葉大学

お問い合わせは：（研）農研機構 問い合わせ窓口 <http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>

執筆分担（（研）農研機構野菜花き研究部門 中野有加、長野県野菜花き試験場 川上暢喜、愛知県農業総合試験場 伊藤緑、トヨタネ（株） 大月裕介、千葉県農林総合研究センター 佐藤侑美佳、深尾聡、福井県農業試験場園芸研究センター 佐藤信仁、安藤郁奈、（国）千葉大学 後藤英司）