

## 技術報告

# 低段密植栽培トマトにおける作型、品種、 および栽植密度の違いが収量に及ぼす影響

松岡瑞樹<sup>1\*</sup>・福田直也<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系  
305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

### 要 旨

トマト低段密植栽培の周年栽培において、2段栽培年4作型と3段栽培年3作型とを比較して可販果収量、障害果率について調査した。いずれも、抑制栽培の作型では、‘麗容’や‘桃太郎グランデ’では裂果が多くなった一方、促成および半促成栽培の作型では、‘桃太郎グランデ’において乱形果が多くなり、可販果収量減少の要因となった。本試験の結果を基に、各作期に最も適正のある品種や栽植密度の組み合わせで栽培した場合、2段栽培年4作型では27 kg/m<sup>2</sup>、3段栽培年3作型では19.3 kg/m<sup>2</sup>の果実収量となり、2段栽培年4作型の方が、40%収量が増加することが明らかになった。以上より、栽培期間を短く、作付回数を増加させた方が、高温や低温障害のリスクを回避するのに有利であることが判明した。一方、日照時間の短い促成、半促成栽培の作型では、高栽植密度の場合、いずれの作付においても日射不足による乱形果の発生リスクが高まった。

キーワード：2段栽培、3段栽培、可販果収量、乱形果、裂果

### 緒 言

筑波大学農林技術センターでは、薄膜水耕(NFT: Nutrient Film Technique)装置を基本栽培システムとして用い、低段密植栽培技術によるトマトの高生産性栽培に取り組んでいる。トマト低段密植栽培とは、多段栽培を行う場合と比較して密植として、1～3花房程度を残して最上花房上2葉残して摘心する短期栽培を繰り返すことにより圃場面積当たりの生産性を向上させる技術である(渡辺, 2006)。特徴としては、短期栽培の繰り返しであるため作業が単純かつ簡便であり、周年生産を考えた場合、非常にシステム化しやすいことが挙げられる。また、トマトの栽培経験が少ない作業者であっても作業

に取り組みやすい。加えて高設ベンチを使用するので作業姿勢の負担が少ない点や、栽培期間が短いため、病害虫防除で低農薬栽培を実現することができるメリットがある。一方デメリットとしては、播種、定植および後片付けの回数が多いといった作業負担が大きくなることや、改植回数の増加に伴い苗を大量に確保しなければならず、育苗スペースの確保や種苗コストが高くなることがあげられる。しかし、最近になって本栽培システムに関する実用化事例が紹介されるようになり、トマトの周年安定生産技術として報告されるようになってきた(岡野2001; 曾川2002; 渡辺ら2005; 竹川・土屋2010)。本センターにおいても、非常勤職員の割合が高まった結果、雇用労力の導入による栽培管理に

\*連絡者：松岡瑞樹 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail: matsuoaka.mizuki.gw@un.tsukuba.ac.jp

対応したトマトの生産システムを考慮して行かなければ運営が難しくなっている。その一方で、本システムの活用により周年栽培する場合には、夏季の作型にあたった場合、高温障害による障害果の発生割合が高くなるリスクがある。このような障害果の発生を軽減するためには、適正な品種や栽植密度を選択する必要がある。また、1作当たりの栽培期間の長短によって年間作付数が変わり、回転率が良くなるほど生産量が増加するため、より効率よく年間栽培できる作型についても検討が必要である。

本研究では、特徴が異なるトマト品種について、低段密植栽培において2段栽培ならびに年間4回作付けの場合と、3段栽培ならびに年間3回作付けの比較を行い、果実生産性、果実特性ならびに、果汁糖度に対する影響を評価した。

材料および方法

実験1 2段栽培年4作の栽培

トマト (*Solanum lycopersicum* L.) ‘麗容’ (株サカタのタネ)、『桃太郎グランテ’ (株タキイ種苗)、『桃太郎ファイト’ (同)、『カリオーソ’ (高田種苗株 (RIJK ZAWAAN社))、『ピノッソ’ (同)を供試した。1作目は、2014年2月10日に麗容、桃太郎ファイト、カリオーソの3品種を、ヤシガラ培地(ココベツト、カネコ種苗株)を詰めたヤシガラを素材としたポット(ジフィーポット、日本ジフィーポット・プロダクツ株)に播種した。育苗は、子葉が展開し本葉展開時点よりエプアンドフロー方式の水耕装置で行った。育苗には、pH6~7、EC1.2 dS/mに調節した市販の水耕培養液(大塚ハウス水耕用肥料A処方、大塚アグリテクノ(株))を使用し、午前8時に6分間、毎日底面灌液を行った。播種後44日となる3月26日に、農林技術センターガラス温室5号室にあるNFTシステムに定植した。NFTシステムは、温室内に高さ90cmの高設ベンチに幅30cmの塩ビ製雨どいを設置した上で、培養液をポンプによって循環させる方式のものを設置した。通路幅は60cmとし、株間については、慣

行栽植密度区(C:株間22.2cm、栽植密度約6株/m<sup>2</sup>)と高栽植密度区(H:株間13.3cm、栽植密度約10株/m<sup>2</sup>)として2段階設定した。仕立て方法としては、垂直に誘引した上で、1作目4月7日、2作目7月7日~14日、3作目10月1日~14日、4作目1月16日~19日に第2花房の上位2葉残して摘心した。着果促進のために、植物成長調整剤(トマトーン、石原バイオサイエンス(株))を、各花房の第3花が開花した時に、花房全体に1回、噴霧処理した。試験中には、市販の培養液(大塚ハウス水耕用肥料B処方、大塚アグリテクノ(株))を使用し、pHは6~7に、ECは、定植から摘心まで(EC1.2~1.8 dS/m)とし、摘心から2週間後以降(3.0 dS/m)として調節した。灌水時間は、午前6時から午後5時までの昼間に、1時間につき15分間、培養液を循環させた。果実調査については、各処理区の調査株3個体から果房ごとに1個ずつ赤熟果をサンプリングし、第2果房までの株当たり果実収量、平均果実重および糖度を調査した。果実糖度は、デジタル糖度計(BRX-242、エルマ販売株)を用いて計測した。同様に2作目を5月19日播種(‘麗容’、『桃太郎グランテ’、『カリオーソ’)、3作目を8月18日播種(‘麗容’、『桃太郎グランテ’、『カリオーソ’)、4作目を11月17日に播種(‘麗容’、『桃太郎ファイト’、『ピノッソ’)‘ピノッソ’については、種子カタログによると‘カリオーソ’よりも1果重の大きさが大きく、収量増加の期待が高いので供試した。栽培暦については、図1に示す。

実験2 3段栽培年3作の栽培

2段栽培4作の栽培と同様に栽培を行い、1作目4月10日~16日、2作目8月6日~12日、3作目12月19日~25日の間に第3果房上2葉残し摘心を行った。第3果房までの株当たり果実収量、平均果実重および糖度を調査した。1作目は、2月10日に播種(‘麗容’、『桃太郎ファイト’、『カリオーソ’)し、2作目は、6月9日に播種(‘麗容’、『桃太郎グランテ’、『麗夏’)した。なお、‘麗夏’については、抑制栽培用品種で高

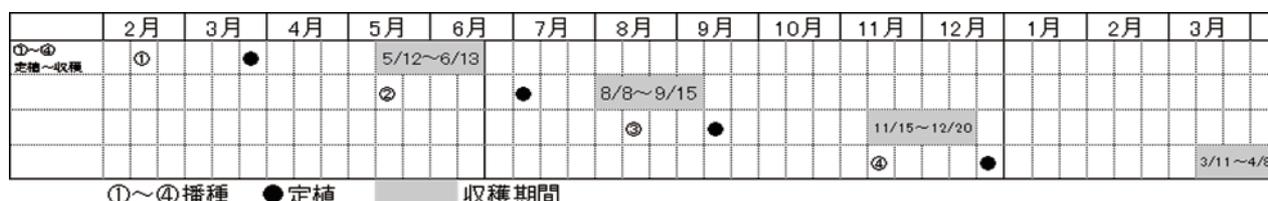


図1 2段栽培における栽培暦



図2 3段栽培における栽培暦

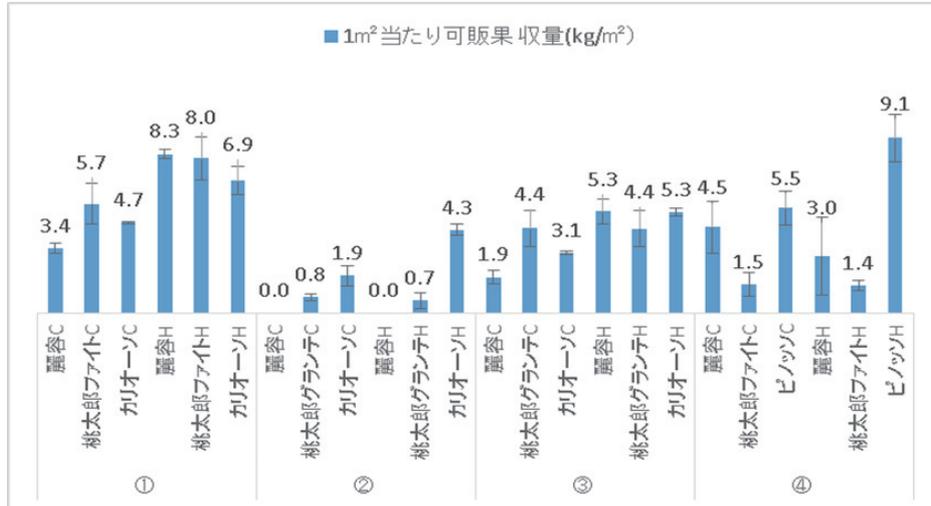


図3 2段栽培における1m²当たり可販果収量。図中Cは慣行栽植密度を、Hは高栽植密度を示す。番号は作付時期(図1参照)を示す。

温肥大性が高いためこの作型で供試した。3作目は、10月20日に播種(‘麗容’、‘桃太郎ファイト’、‘ピノッソ’)を行った。栽培暦については、図2に示す。

が小さいが、平均果実個数が多いため、株当たり収量で他品種と同等に近い収量であった(表1)。果汁糖度については、2作目の抑制栽培で‘麗容’と‘桃太郎グランテ’では、果汁のBrix(%)が7前後とやや高めであった。

## 結 果

### 実験1 2段栽培年4作栽培の場合

各作付けにおける品種別圃場面積1m²当たりの可販果収量を図3に示す。1作目である早熟栽培の作型では、‘麗容’で裂果が発生したが、栽植密度が高いと軽減される傾向が見られた。2作目は、抑制栽培の作型であるが、‘麗容’と‘桃太郎グランテ’については、裂果のため出荷がほとんどできなかった。一方、4作目の‘桃太郎ファイト’については、乱形果が多く可販果率が減少した(図4)。次に、収穫果実品質について表1に示す。一般的に、栽植密度が高くなると平均果実重が小さくなる傾向を示すが、‘カリオーソ’や‘ピノッソ’のオランダ品種については、栽植密度条件間で平均果実重量がほぼ同じとなり、栽植密度の影響を受けていなかった。また、2作目の栽培では、どの品種も栽植密度が高いと平均果実重量が若干大きめであった。‘カリオーソ’と‘ピノッソ’は、‘麗容’や‘桃太郎グランテ’と比べると全体的に平均果実重量

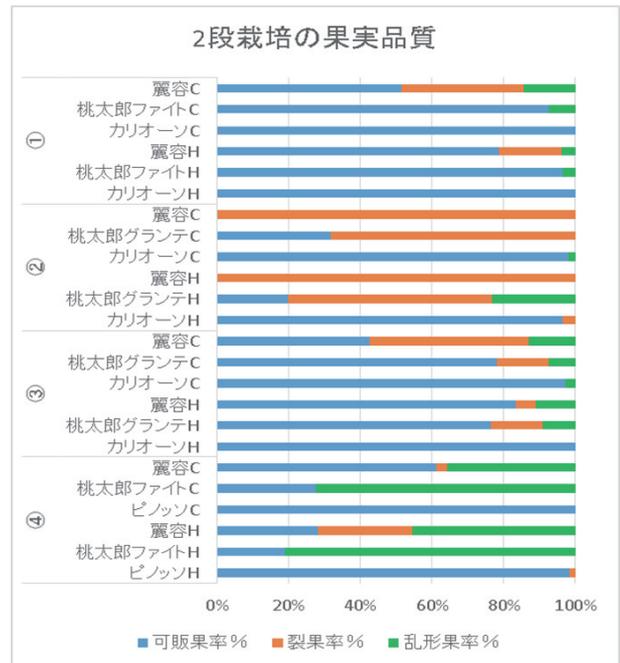


図4 2段栽培における可販果率、裂果率ならびに乱形果率。図中の記号については図3を参照。

表1 2段栽培における平均果実重、平均果実個数ならびに糖度

2段栽培 作型	品種	平均果実重(g)	平均果実個数	糖度Brix%
①	麗容C	130.3 ± 14.2	9.0 ± 0.0	5.2 ± 0.5
	桃太郎ファイトC	121.1 ± 14.7	8.7 ± 0.7	5.4 ± 0.0
	カリオーソC	40.7 ± 0.7	19.3 ± 0.3	5.9 ± 0.1
	麗容H	129.1 ± 10.9	8.7 ± 0.7	5.9 ± 0.2
	桃太郎ファイトH	99.3 ± 11.6	9.0 ± 0.0	5.9 ± 0.3
	カリオーソH	37.3 ± 1.7	18.3 ± 1.2	5.8 ± 0.0
②	麗容C	104.4 ± 6.8	4.0 ± 0.6	7.6 ± 0.0
	桃太郎グランテC	76.8 ± 2.6	5.7 ± 1.2	7.8 ± 0.0
	カリオーソC	26.6 ± 4.5	15.3 ± 3.2	5.7 ± 0.1
	麗容H	105.6 ± 8.3	4.0 ± 0.6	6.8 ± 0.1
	桃太郎グランテH	81.7 ± 5.5	4.0 ± 1.0	7.1 ± 0.2
	カリオーソH	29.2 ± 0.6	15.3 ± 1.3	5.9 ± 0.2
③	麗容C	105.1 ± 6.6	7.0 ± 0.6	6.4 ± 0.2
	桃太郎グランテC	116.6 ± 19.1	8.3 ± 1.2	6.0 ± 0.1
	カリオーソC	28.7 ± 3.0	20.0 ± 2.5	6.4 ± 0.1
	麗容H	100.6 ± 4.1	6.3 ± 0.3	5.8 ± 0.1
	桃太郎グランテH	94.4 ± 17.9	7.0 ± 1.0	6.0 ± 0.1
	カリオーソH	29.8 ± 1.3	17.7 ± 0.3	6.4 ± 0.1
④	麗容C	124.1 ± 24.8	10.3 ± 0.9	5.3 ± 0.3
	桃太郎ファイトC	111.9 ± 3.7	8.3 ± 1.3	5.6 ± 0.3
	ピノッソC	42.2 ± 1.8	21.3 ± 2.6	6.3 ± 0.0
	麗容H	129.2 ± 20.9	8.7 ± 0.7	5.5 ± 0.2
	桃太郎ファイトH	100.2 ± 12.0	8.3 ± 0.9	5.5 ± 0.2
	ピノッソH	44.0 ± 5.5	21.3 ± 0.3	6.1 ± 0.2

\* 表中の数値は、平均値±標準誤差(n=3)を示す。

\*\* 表中の記号については図1を参照。

実験2 3段栽培年3作栽培の場合

年間の各品種による1㎡当たり可販果収量を図5に示す。2段栽培の時と同様に、2作目の抑制栽培では、どの品種も裂果や乱形果のため、ほとんど出荷できなかった。1作目では、栽植密度の高い方で出荷量が多く、3作目では、栽植密度の低い方で出荷量が多い傾向があった。また果実品質は、2作目の抑制栽培では裂果が多く、3作目の促成栽培では乱形果が多くなる

傾向となった(図6)。栽植密度の違いについては、1作目では‘桃太郎ファイト’と‘カリオーソ’では、H(10株/㎡)の方が出荷量は高く、逆に3作目では、‘麗容’と‘桃太郎ファイト’についてはC(6株/㎡)の方が出荷量は高かった。‘ピノッソ’についてはH(10株/㎡)の方が高かった。次に品質について表2に示す。2作目の抑制栽培では、2段栽培の時と同様に、他の作型よりも平均果実重量が低く、平均果実個数も少

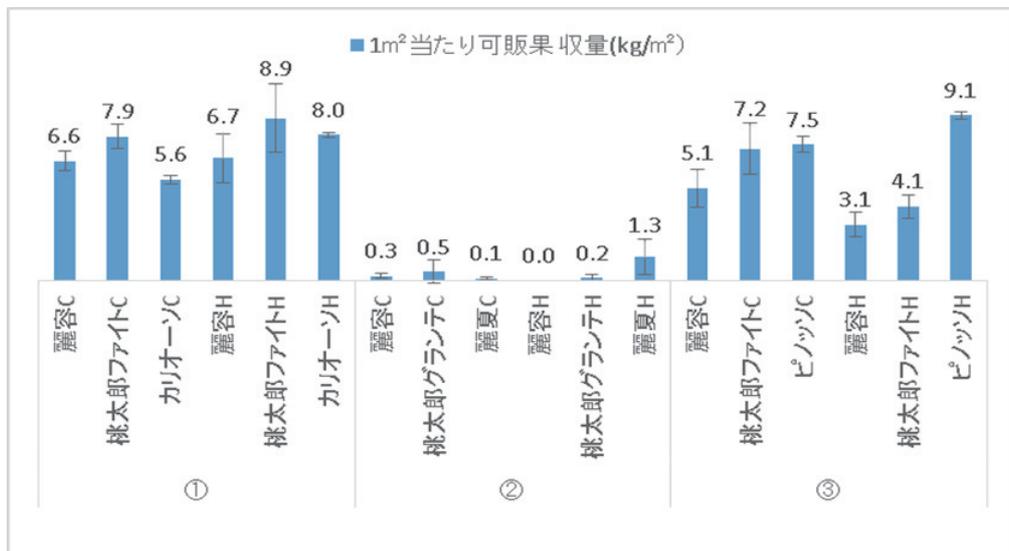


図5 3段栽培における1㎡当たり可販果収量。図中Cは慣行栽植密度を、Hは高栽植密度を示す。番号は作付時期(図2参照)を示す。

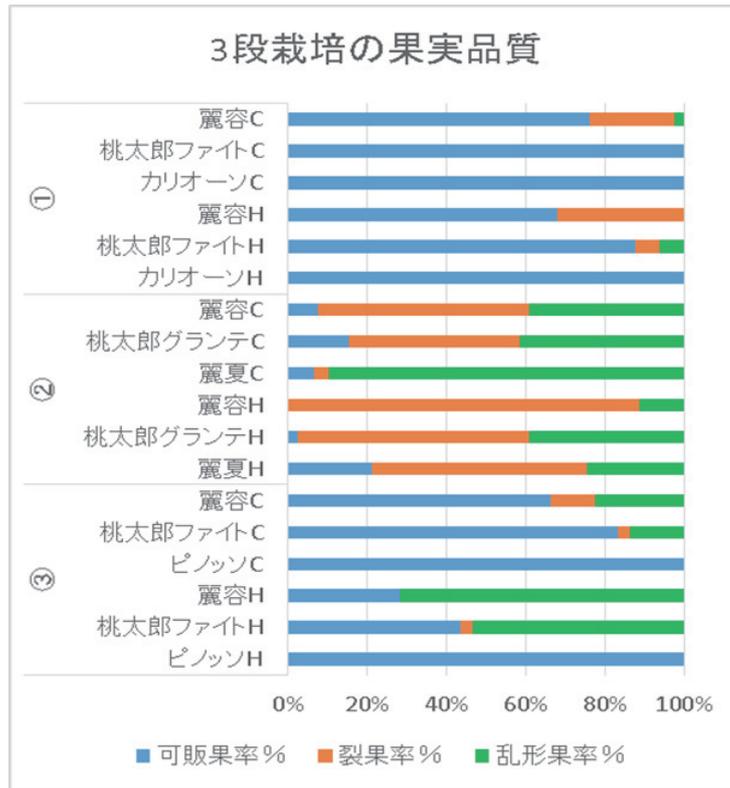


図6 3段栽培における可販果率、裂果率ならびに乱形果率。図中の記号については図5を参照。

表2 3段栽培における平均果実重、平均果実個数ならびに糖度

3段栽培 作型	品種	平均果実重(g)		平均果実個数		糖度Brix%	
①	麗容C	133.6 ± 3.1	11.3 ± 0.3	6.4 ± 0.2			
	桃太郎ファイトC	109.6 ± 9.2	12.7 ± 0.3	6.5 ± 0.2			
	カリオーンC	32.7 ± 1.1	28.3 ± 0.3	6.1 ± 0.1			
	麗容H	112.4 ± 0.7	10.7 ± 0.3	6.1 ± 0.1			
	桃太郎ファイトH	93.3 ± 7.0	12.0 ± 0.6	6.6 ± 0.4			
	カリオーンH	28.6 ± 0.5	28.3 ± 0.3	6.4 ± 0.1			
②	麗容C	64.1 ± 9.9	8.7 ± 0.3	8.1 ± 0.5			
	桃太郎グランテC	49.3 ± 3.4	10.7 ± 1.2	8.1 ± 0.2			
	麗夏C	28.6 ± 2.2	10.0 ± 1.5	7.3 ± 0.2			
	麗容H	84.2 ± 18.9	7.0 ± 1.0	7.3 ± 0.4			
	桃太郎グランテH	65.6 ± 7.9	8.7 ± 1.8	6.7 ± 0.3			
	麗夏H	95.2 ± 6.8	6.3 ± 0.3	6.5 ± 0.1			
③	麗容C	116.8 ± 5.9	11.7 ± 0.9	6.3 ± 0.2			
	桃太郎ファイトC	121.2 ± 8.3	12.3 ± 0.9	6.2 ± 0.0			
	ピノッソC	46.1 ± 0.8	27.3 ± 1.5	6.8 ± 0.1			
	麗容H	94.1 ± 5.3	11.3 ± 2.0	5.5 ± 0.1			
	桃太郎ファイトH	90.6 ± 5.4	10.7 ± 0.9	6.3 ± 0.3			
	ピノッソH	36.2 ± 3.0	25.7 ± 2.0	6.8 ± 0.4			

\* 表中の数値は、平均値±標準誤差(n=3)を示す。

\*\* 表中の記号については図2を参照。

ない傾向となった。果汁糖度については、他の作より高めとなる傾向が示された。平均果実重は、2段栽培時にオランダ品種では栽植密度の影響が低かったが、3段栽培の時は‘ピノッソ’のH区で小さくなる傾向が見られた。

## 考 察

2段栽培年4作型については、気温が適度で日射量が比較的高い1作目は、栽植密度がC(6株/m<sup>2</sup>)よりもH(10株/m<sup>2</sup>)の方が、出荷量が多いことがわかった。逆に日射条件が悪くなる4作目については、栽植密度C区の方がH区よりも出荷量が高い傾向がある。これらの結果より、

最も良い品種ならびに栽植密度条件の組み合わせは、1作目‘麗容’H、2作目‘カリオーソ’H、3作目‘麗容’Hまたは‘カリオーソ’H、4作目‘ピノッソ’Hであり、年間の可販果総収量が27kg/m<sup>2</sup>となった。3段栽培年3作型については、2段栽培年4作型と同様に最も良い組み合わせは、1作目‘桃太郎ファイト’H、2作目‘麗夏’H、3作目‘ピノッソ’Hで19.3kg/m<sup>2</sup>となり、単位面積当たり収量が2段栽培年4作型に比べて約3割程度減少した。年間を通じた栽培試験により、日本系あるいはオランダ系トマトの果実収量特性について明らかにすることができた。2段あるいは3段のいずれにおいても、1作目は比較的トマトに適した季節であり、安定的な果実収穫が可能であった。この季節については日本系品種の特性が優れており、豊富な日射を利用し、密植により生産性増加が期待できるものと考えられる。一方、いずれの試験年においても、暑熱期の作付けでは可販果収量が他の作付けと比較して大きく減少する結果となった。特に3段栽培の2作目については、いずれの品種も可販果収量が皆無に等しくなった。一方、2段栽培については、オランダ系品種である‘カリオーソ’は比較的安定した果実品質を維持していた。日本系品種は、いずれも乱形果と裂果の発生が可販果収量の減少につながっている。さらに3段栽培の2作目では、高温のため果実肥大がうまくいかず、乱形果の割合も高かった(図4)。一方、オランダ系の品種は、2段栽培の際にはいずれの障害果も少なく、可販果収量を維持する結果となった。一般的には、湿度が高く、灌水量が多いと裂果が多くなる傾向にあるが、筆者らの以前の試験では、オランダ系品種では果皮が堅く、裂果の発生は比較的少なくなっており(松岡2011)、この特性が暑熱期におこりやすい植物体内水分変動の結果発生する裂果の抑制につながったものと考えられる。また、抑制栽培の作型の裂果は、水分変化の影響よりも、茎葉や果実への強い日射による影響が大きいことが報告されている(鈴木・柳瀬2005)。幼果期～緑熟期頃までの積算日射量が一定水準を超えた条件で生育した果実や肥大が旺盛な果実ほど裂果が起りやすい傾向がある(鈴木ら2007)。今回の実験においても2作目については、非常に高温で、果実肥大期間の日最高気温の平均が41.00Cもあり、裂果率が高かった(図4、6)。2作目の抑制的作型における気象条件では、比較的裂果が少ないオランダ系品種であ

る方が、裂果の発生を抑えることができることが示唆された。

このように、低段密植栽培による複数回の作付体系において年間収量を多くするためには、暑熱期後半が収穫タイミングとなる抑制栽培の時期の裂果の割合を下げるのが、出荷量増加のポイントであると考えられる。高温によるリスクを避ける観点から、栽培期間が短く、作型が多い方が有利なため、2段栽培4作型の方が出荷量増加したものと考えられる。

更に、促成栽培や半促成栽培における乱形果の発生軽減も生産性向上の重要な課題となることが示唆された。育苗期に最低気温10C以下の低温を受けた場合、低段果房で乱形果が発生しやすい(藤村ら1964)。また品種の違いによっても育苗期の低温で乱形果が発生しやすいものがある(大田ら2002)。本実験でも2段栽培の4作目と3段栽培の3作目で乱形果の割合が非常に高く(図4、6)、育苗時に低温に遭遇した可能性もある。また、栽植密度でC区よりもH区の方が乱形果率の発生が高くなっており、栽植密度が高くなることによる日射不足もまた乱形果発生率を高めているのではないかと考えられる。特に今回の結果より、日本型品種は日射の減少に対して敏感であることが示されており、日本型品種について、低日射期の密植は避ける必要がある。あるいは、乱形果防止のために育苗時の夜温に注意することに加えて、栽植密度を低くするあるいは、LED補光を行うことで乱形果発生の改善が考えられる。一方、オランダ系品種は、低日射期であっても密植による収量増大が見込めた。筆者らの以前の研究において、オランダ系品種は比較的高い光合成能力を持っていることが示唆されている(松岡2011;松岡・福田2012)。オランダ系品種は、高い光合成能力を活かし、低日射期でも密植による収量向上が見込める可能性がある。

以上より、低段密植栽培体系における年間を通じた生産性に関しては、気象条件の影響を受けにくい年間4作の体系が望ましいことが示唆された。更に、日射が多い春夏期については日本系品種を主体とし、暑熱期以降については、裂果の発生率が低く、低日射期でも十分な収穫が見込めるオランダ系品種を活用する体系が高い生産性を発揮する可能性が示された。特にオランダ系の品種‘ピノッソ’については、本研究の実験でもほとんど障害が現れていないので、障害果率の高い作型では、オランダ系の品種導

入することも出荷量を向上させる手段に成り得ると考えられる。また、低日射期の作付に関しても、光合成能力の高いオランダ系品種を導入することにより、年間を通した高い生産体系を確立できる可能性がある。

## 謝 辞

本研究は、科学研究費No.26925018による補助を受けて実施された。

## 引用文献

- 藤村良、伊東純吉、藤本治夫(1964)トマトの奇形果に関する研究(第3報)育苗期間中の低温処理時期と苗勢が乱形果の発生に及ぼす影響. 兵庫農試研報. 12: 66-99.
- 松岡瑞樹(2011)各種栽培管理条件下におけるトマト品種‘麗容’と‘レバンソ’の生育ならびに光合成に関する解析. 筑波大学大学院. 生命環境科学研究科. 生物資源科学専攻. 修士(農学)学位論文.
- 松岡瑞樹、福田直也(2012)日本系とオランダ系のトマト品種における光合成能力と収量の関係. 関東甲信越地域大学附属農場協議会大学農場研究. 第35号17-20.
- 岡野邦夫(2001)省力・軽作業の一段密植連続養液栽培. 農業技術体系野菜編2 トマト. 農山漁村文化協会. p.基654の12-18.
- 太田勝巳、豊田賢司、細木高志(2002)トマト乱形果の花芽分化の品種比較. 園芸学研究. Hort. Res. (Japan). 1: 107-110.
- 鈴木隆志、柳瀬関三(2005)夏秋トマト雨よけ栽培における放射状裂果発生に及ぼす灌水および整枝の影響. 園芸学研究. 4: 75-79.
- 鈴木隆志、柳瀬関三、塩谷哲也、嶋津光鑑、田中逸夫(2007)夏秋トマト雨よけ栽培における放射性裂果発生に及ぼす積算日射量の影響. 園芸学研究. 6: 405-409.
- 曾川政司(2002)ファーストパワー・養液栽培による一段密植栽培. 農業技術体系野菜編2 トマト. 農山漁村文化協会. 1-11.
- 竹川昌弘、土屋和(2010)トマトの3段どり養液栽培における周年栽培体系モデル. 兵庫農技総セ研報(農業). 58: 1-7.
- 渡辺慎一、高市益行、佐藤達雄、曾川政司、新門剛、中野有加、川嶋浩樹(2005)人工光閉鎖型苗生産装置での育苗が夏季の一段密植栽培トマトの生育・収量に及ぼす影響. 農業環境工学関連7学会2005年合同大会講演要旨集.
- 渡辺慎一(2006)低段密植栽培による新たなトマト生産. 野菜茶業研究集報. 3: 91-98.

# Influences of Cropping Type, Cultivars and Planting density in the Low-Stage and Dense Planting System on the Fruits yield of Tomato

Mizuki MATSUOKA<sup>1\*</sup>, Naoya FUKUDA<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup> Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,  
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

<sup>2</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

## Abstract

Different cropping types of tomato with double or triple trusses production systems under a dense planting were evaluated. In the late cropping, the ratio of cracked fruit increased in 'Reiyo' and 'Momotaro grande' under both production systems. On the other hand, in the forcing and semi-forcing cropping, the ratio of turbulent-shaped fruit in 'Momotaro grande' became higher than other cropping type in both production systems. The incidence of fruits cracking and turbulent-shaped fruit was a factor to reduce valuable and marketable fruits yield in those cropping systems. By choosing the adequate combination of cultivars and cropping timing, total fruits yield was 27 kg / m<sup>2</sup> during four times cropping per year in double truss production. Moreover, in three times cropping per year with triple truss with the adequate combination of cultivars and cropping timing, the tomato fruits yield achieved to 19.3 kg / m<sup>2</sup>. But it was shown that four times cropping with double trusses had 40% higher fruits yield than three times cropping per year with tripe trusses. From those results, we could conclude that the increased cycles of short term cropping can contribute to prevent the physiological disorders of tomato fruits because of avoiding the effects of high or low air temperature on fruits development during summer or winter season. On the other hand, under short day condition during autumn to winter, there would be some risks to increase a ratio of turbulent-shape of fruits incidence due to the low light intensity level in the plant canopy, under a dense planting.

**Key words:** Double truss, Fruits cracking, Marketable fruit yield, Triple truss, Turbulent-shaped fruit

---

\*Corresponding Author: Mizuki MATSUOKA Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan  
E-mail: matsuoka.mizuki.gw@un.tsukuba.ac.jp