

トマトの促成長期栽培における網入り果発生の現地実態

龍 勝利*・石坂 晃¹⁾・田中睦子²⁾・井手 治・小熊光輝・奥 幸一郎・國武みどり

トマトの促成長期栽培における網入り果の発生活消長を現地圃場3ヶ所で調査し、網入り果内部の形態的特徴を明らかにするとともに、その果実硬度について検討した。

1. 網入り果の発生時期は、調査した2ヶ年(2008年, 2009年)ともほぼ共通し、主に4月中旬～5月中旬であった。特に、4月下旬および5月上旬には、外観から維管束が明瞭に確認できる程、症状の著しい網入り果が認められた。
2. 網入り果は、正常果と比較し、果皮厚が薄く、子室数が多い点が形態的に異なった。
3. 網入り果の果実硬度は、正常果より低い傾向が認められ、特に、4月下旬および5月上旬には、正常果より20%以上低かった。

[キーワード: トマト, 網入り果, 果皮, 子室, 果実硬度]

Morphological Properties of Fruit with Blotching on Surface in a Long-Term Forcing Culture of Tomatoes
RYU Katsutoshi, Akira ISHIZAKA, Mutsuko TANAKA, Osamu IDE, Mitsuteru KOGUMA, Koichirou OKU and Midori KUNITAKE
(Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 29 : 40-44 (2010)

In this study, occurrence of blotching on fruit surface in long-term forcing culture was investigated at tomato production farms, and the morphological characteristics and hardness of fruits were examined.

1. Blotching on fruit surface was generated mainly from mid-April to mid-May, and it was common for both of the two investigated years (2008 and 2009). In particular, it increased remarkably, to the extent that the vascular bundle was visible from the outside of the fruit, from the end of April to the beginning of May.
2. The morphological properties of the fruit surface with blotching on were different from that of normal fruits, in that the rind of the former was thin, and the fruits had a greater number of locules.
3. The hardness of fruit with blotching on its surface tended to be lower than that of normal fruit. In particular, it was lower compared to that of a normal fruit by 20% or more, at the end of April and the beginning of May.

[Keywords : tomato, blotching of fruit surface, rind, locule, hardness of fruit]

緒 言

トマト果実の追熟中の軟化の程度は収穫後の保存期間を決定する重要な要因である。流通過程において軟化の進行が早い果実は、一般に軟果と呼ばれ、出荷後、購入されるまでの間に商品価値が著しく低下するため、軟果発生の抑制は生産上の課題である。本県のトマトの主要な作型である促成長期栽培では、4月～5月の春季において収穫される果実中に軟果の発生が指摘されている。トマトの果実硬度については、品種(石内1990)や貯蔵環境(薛ら1996)の影響が報告されているものの、収穫時期の違いによる果実硬度の変動に関する検討はほとんどなされていない。一方、市場からは、果実表面に網模様が現れることから「網入り果」と呼ばれる果実の春季の商品価値が、果実硬度の面から優れないことが指摘されている(千葉県農林水産部2007)。網入り果の外観については第1図に示すとおりである。このため、本県においては、すでに症状が顕著な網入り果は選果段階で分別する等の対応がとられている。網入り果の果実硬度に関しては、相馬・岩淵(1979)が夏秋栽培において調査しており、網入り果は収穫後の追熟中に軟化しやすいことを指摘

している。

本研究では、春季に多発する軟果と網入り果との関連性を明らかにするため、本県の主要な作型である促成長期栽培において、現地圃場での網入り果の発生活消長・形態的特徴を明らかにするとともに、追熟後の果実硬度について検討した。



第1図 網入り果の外観(緑熟期)

* 連絡責任者

(野菜栽培部: k-ryu@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 現 果樹部

2) 福岡農林事務所福岡普及指導センター

受付2009年8月3日; 受理2009年12月3日

試験方法

1 調査対象圃場および栽培条件

調査は、県内のれき耕トマト生産圃場のうち、2007年春季の網入り果発生程度が異なる3圃場（多：A圃場、中：B圃場、少：C圃場）を対象に2008年と2009年の2年間行った。品種は、2008年、2009年ともに「優美」（7月下旬～8月上旬定植）を供試した。

培養液管理は循環式で、1月～3月の給液ECは、2008年、2009年ともにA圃場が2.5～2.3dS/m、B圃場およびC圃場が2.5～2.0dS/mであった。また、4月の給液ECは、各圃場とも2.0dS/m前後であった。

2 網入り果発生割合の調査

収穫前の樹上における網入り果の発生割合は各圃場とも、下に記す網入り程度の基準に基づいて10株を調査した。2008年、2009年いずれの年とも13段果房（2月上旬開花、4月上旬収穫）から調査を開始し、2008年は22段果房（4月下旬開花、6月下旬収穫）まで、2009年は19段果房（4月上旬開花、6月上旬収穫）までの間、各果房の第1花が樹上で緑熟期～白熟期となった時点において、達観で調査した。

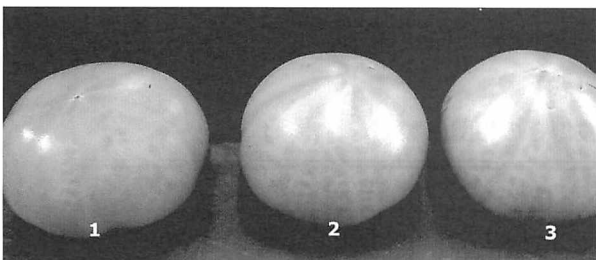
3 網入り程度と果実の形態・硬度調査

(1) 果実のサンプリング

2008年は4月30日、5月2日および5月8日、2009年は4月13日、4月27日、5月1日、5月11日および5月27日に、それぞれ6分程度の着色（JA全農ふくれん着色基準）で、収穫果実の中から圃場毎に1回あたり2～4果を無作為に行った。

(2) 網入り程度と果実形態の調査

網入り症状の強弱を網入り程度とし、達観による7段階（0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3）で評価した。具体的な網入り程度基準を第2図に示した。1以下の果実を正常果、1.5以上の果実を網入り果とした。子室数および果皮厚（本調査では、外・中・内果皮の合計とした）は果実の赤道上で2等分した後に調査した。果皮の厚みはノギスにより計測し、各果6ヶ所の平均値を測定値とした。



第2図 網入り果の網入り程度¹⁾ (着色期)

1) 網入り程度は維管束が果実の外側から全く確認できないものを0とし、1は果実の一部に薄く確認できるもの、2は果実の一部に明瞭に確認できるもの、3は果実の全体に明瞭に確認できるものとし、0.5、1.5および2.5はそれぞれ、0と1、1と2および2と3の中間的なものとした。

(3) 果実硬度の調査

果実硬度の調査は2009年に、4月13日、4月27日、5月1日、5月11日および5月27日の収穫分について実施した。収穫果を常温（16℃～22℃）で完着するまで追熟させた後に調査した。果実硬度は、茨木ら（1988）の方法を参考に、クリープメータ（RE 2-3305B：ヤマデン社製）を用いて、試料台上昇速度100mm/minの条件下で測定した。各果実の赤道部を円柱形プランジャー（直径8mm）で3mm圧縮するのに必要な荷重を測定し、3ヶ所の平均値を果実硬度とした。

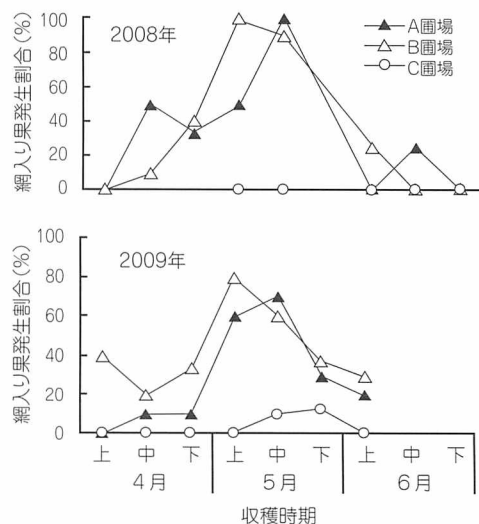
結果

1 トマトの促成長期栽培における春季の網入り果発生時期

2008年および2009年に圃場において、樹上で調査した網入り果の発生割合を第3図に示した。2008年の網入り果の発生割合は、A圃場およびB圃場では、4月中旬から徐々に高まり、5月上旬および5月中旬には50%～100%となり、6月上旬以降は低く推移した。一方、C圃場では、網入り果の発生は見られなかった。2009年の網入り果の発生割合は、B圃場で、4月上旬からやや高くなったものの、2008年と同様にA圃場およびB圃場では、5月上旬および5月中旬が最も高く60%～80%となり、C圃場では、ほとんど発生が見られなかった。なお、果実径が4cm程度である肥大初期の果実においても、樹上で網入りが観察された。

2 果実の網入り程度

2009年春季の果実の網入り程度を第4図に示した。網入り程度は、B圃場、A圃場、C圃場の順に高かった。また、C圃場では、いずれの収穫時期においても、本調査で網入り果とした網入り程度1.5を超える果実はなく、網入り程度の水準は、0.5以下で推移した。一方、B圃場およびA圃場では、網入り程度が、いずれの収穫時期においても1以上で、特にB圃場では、



第3図 促成トマト産地における春季の圃場別網入り果発生割合の推移

1) 網入り果発生割合(%)は網入り果(程度1.5以上)の果数を全調査果数で除して、100を乗じた。

4月27日および5月1日に収穫した果実の網入り程度が2.5程度と高かった。

3 網入り果の果実形態

網入り果と正常果の形態を比較するため、それぞれの果皮厚および子室数を調査した。その結果を第1表に示した。網入り果の果実断面の写真を第5図に示した。網入り果の果皮厚は、いずれの年次においても、正常果より1mm以上薄かった。網入り果の子室数は、正常果より多く、特に2008年は12.9と、正常果の1.7倍であった。また、果実断面の観察から、網入り果の子室は正常果より小型であることが明らかであった。

次に、2009年春季の果実の果皮厚と網入り果における網入り程度を収穫時期別に第6図に示した。果皮厚は、正常果が5.0mm~5.5mmで、調査時期によらずほぼ一定であったのに対し、網入り果は4月27日および5月1日では、正常果より約20%~30%薄く、4mm以下であった。網入り果の網入り程度は、4月13日には1.5で、外観から維管束が果実全体に薄く確認できる程度であったが、4月27日および5月1日には2以上に高まりほぼ果実全体に明瞭な網入りが見られた、その後、5月11日以降は再び2未満となった。

4 果実硬度

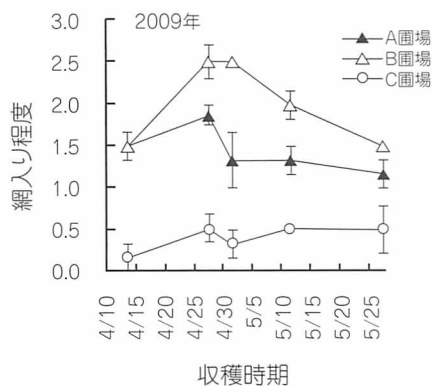
2009年春季の果実硬度を収穫時期別に平均して圃場毎に第7図に示した。果実硬度は、C圃場、A圃場、B圃場の順に高く、前項の網入り程度とは反対の結果となった。C圃場では、果実硬度がいずれの収穫時期においても、500gf以上であったのに対し、B圃場およびA圃場では、5月1日以降の果実が400gf~500gfで推移した。

収穫時期別の網入り果と正常果の果実硬度を第8図に示した。果実硬度は、正常果が約500gf~800gfであったのに対し、網入り果は約400gf~600gfと正常果より低い傾向であり、特に4月27日および5月1日では、正常果より約24%低かった。また、果実硬度は、正常果、網入り果いずれも、5月1日に低下し、それ以降は400gf~500gfで、低く推移した。

第1表 網入り果の果実形態

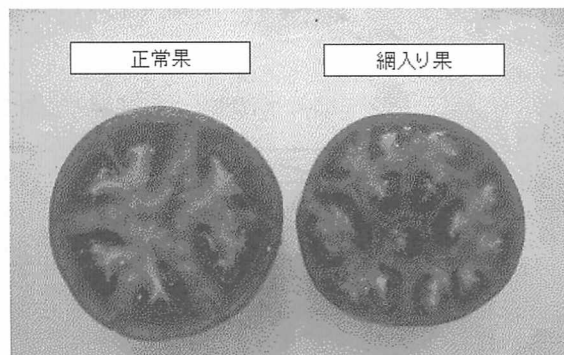
年次	果実外観	果皮厚 (mm)	子室数	調査個数
2008年	正常	4.7	7.7	7
	網入り	3.5	12.9	16
2009年	正常	5.2	7.3	27
	網入り	4.2	8.9	27
有意性 ¹⁾	年次(A)	***	***	
	果実外観(B)	***	***	
	(A)×(B)	n.s.	*	

1)***, *は二元配置分散分析の結果、各項目間にそれぞれ、0.1%、5%水準で有意差があることを示す、n.s.は有意差がないことを示す



第4図 促成トマト産地における春季の圃場別網入り程度の推移¹⁾

1) 図中のエラーバーは標準誤差を示す

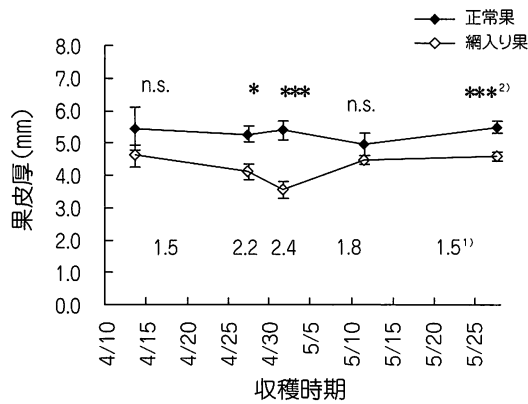


第5図 網入り果の断面¹⁾
1) 収穫日2009年5月1日

第2表 網入り程度と果皮厚との相関係数

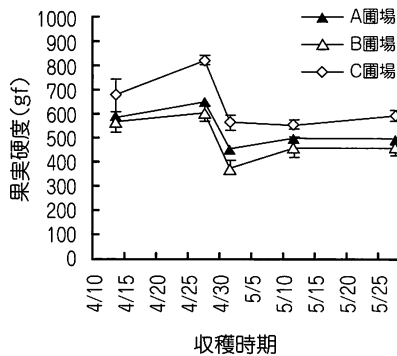
収穫日	4月13日	4月27日	5月1日	5月11日	5月27日	全期間
相関係数	0.06 n.s.	-0.82 **	-0.98 **	-0.63 *	-0.78 *	-0.71 **

1)***, *は各収穫日の相関係数がそれぞれ、1%および5%水準で有意であることを示す、n.s.は有意でないことを示す



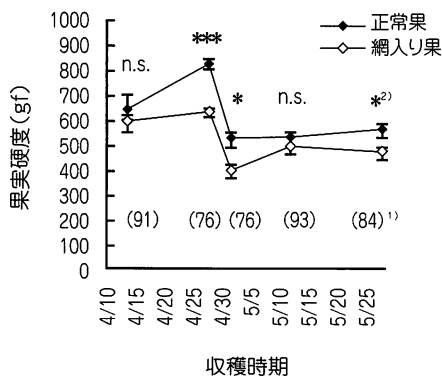
第6図 春季における正常果と網入り果の果皮厚と網入り果の網入り程度の推移³⁾

- 1) 図中の数値は、網入り果の網入り程度を示す
- 2) 図中の***, *はt検定の結果、各収穫時における正常果と網入り果の果皮厚間にそれぞれ0.1%, 5%水準で有意差があることを示す、n.s.は有意差がないことを示す
- 3) 図中のエラーバーは標準誤差を示す



第7図 促成トマト産地における圃場別春季の果実硬度の推移¹⁾

- 1) 図中のエラーバーは標準誤差を示す



第8図 春季における正常果と網入り果の果実硬度の推移³⁾

- 1) 図中の()内の数値は、正常果の果実硬度を100としたときの網入り果の果実硬度の指数を示す
- 2) 図中の***, *はt検定の結果、各収穫時における正常果と網入り果の果実硬度間にそれぞれ0.1%, 5%水準で有意差があることを示す、n.s.は有意差がないことを示す
- 3) 図中のエラーバーは標準誤差を示す

考 察

本研究では、本県のトマトの主要な作型である促成長期栽培における春季の網入り果の発生消長を現地圃場において調査し、その形態的特徴を検討した。その結果、網入り果の発生割合は、圃場により異なるものの、その発生時期は調査した2ヶ年ともほぼ共通し、主に4月中旬～5月中旬であった。特に、B圃場では、4月下旬および5月上旬には、外観から維管束が明瞭に確認できる程、網入り程度が高かった。また、調査した果実を網入り果と正常果に分別し、網入り果の形態的特徴について調査したところ、網入り果は果皮が薄い傾向であり、子室が小型化し、数が増加している点で、正常果と異なった。果実硬度は、正常果より低い傾向が認められた。網入り果は、果実径が4 cm程度となった時点で既に網入り模様が果実表面に現れていたことから、網入り果の果実内部構造は果実肥大期の早い段階で形成されはじめていると考えられる。このため、網入り果は果実肥大中期以降の環境要因に起因するものではなく、それ以前の要因によるものであると考えられる。

網入り果の果皮厚については、網入り果は果皮が極端に薄いと相馬・岩淵(1979)の報告と一致し、特に、網入り程度が大きかった4月下旬および5月上旬に果皮が薄い傾向であった。網入り程度と果皮厚との間の相関係数を第2表に示した。両者の間には負の有意な相関関係($r = -0.71^{**}$)が認められた。このことから、網入り果は、果皮が薄いことにより、果実の外側から維管束が透けて見えるため、特有の網模様の外観を呈すると考えられる。

太田ら(2002)は、異なる温度条件下で育苗した苗の花芽形成過程を解剖学的に観察し、低夜温条件下(10℃)では、花芽の心皮が変形し、子室数が有意に増加したと報告している。本調査において網入り果の発生が多かった4月中旬～5月中旬に収穫した果実は、花芽形成期が1月上旬～2月下旬頃で低温期に相当することから(斉藤 1984)、子室数が増加しやすい温度条件下にあったと推察される。一方、斉藤・伊東(1971)は、無機養分や同化産物がトマト体内に多く蓄積されるなど栄養状態の良いときほど、低温の影響を大きく受けて子室数が増加しやすいことを報告している。本調査では、網入り果の発生割合および子室数に違いが認められたB圃場とC圃場の培養液ECは同程度であったことから、これら圃場間の違いは培養液EC以外の要因によるものである可能性が高いと考えられた。今後、低温期の養水分管理や受光量等の観点から、各農家の栽培管理法を詳細に解析し、子室数の増加を抑制する栽培技術を確立する必要がある。

果実硬度に関しては、相馬・岩淵(1979)が夏秋トマト栽培において、網入り果は正常果より果皮硬度が低いと報告している。本調査では、特に網入り果が多発して、網入り程度も高かった4月下旬～5月上旬において相馬・岩淵(1979)の報告と同様に網入り果の果実硬度は低かった。果実硬度の差が大きかった4月下旬および5月上旬では、網入り果の果皮厚が、正常

果より1mm以上薄く、このことが果実硬度に影響を及ぼしているものと考えられた。

以上の結果より、促成長期栽培の網入り果は、4月下旬から5月中旬に多発し、特に網入り程度が高い場合は果皮が薄く、果実硬度が低いことが明らかとなった。今後、春季の軟果の流通を低減するために、網入り果発生を抑制する栽培技術の確立が期待される。このため、網入り果果実の内部構造の形成開始時期と考えられる果実肥大初期以前における温度、養水分等の各種環境要因が網入り果発生に及ぼす影響について明らかにする必要がある。

引用文献

- 茨木俊行・山下純隆・平野稔彦・松本明芳 (1988) トマトの流通技術に関する研究. 第5報トマトの果実硬度測定法. 福岡農総試研報 B 7 : 97-100.
- 石内伝治 (1990) トマト果実の物理的特性に関する研究. 第1報果肉の圧縮試験における物性値の品種間差異と成熟による変化. 野茶試報 C 1 : 31-44.
- 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. 園学研 1 : 107-110.
- 斉藤 隆 (1984) 花芽分化の生理, 生態. 農業技術体系野菜編2. 農山漁村文化協会, 東京, p. 53-76.
- 斉藤 隆・伊東秀夫 (1971) トマトの生育ならびに開花・結実に関する研究 (第12報). 園学雑40 : 354-358.
- 薛 彦斌・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔 (1996) 湿度条件がトマトとキュウリ果実の生理および肉質に及ぼす影響. 日食工誌43 : 164-171.
- 相馬 暁・岩淵晴朗 (1979) トマトの生育・品質におよぼす環境要因の影響. IV生理障害果, アミトマト・軟弱果の果実特性. 北海道立農試集報41 : 37-46.
- 千葉県 (2007) 園芸市場情報. 千葉県農林水産部, 千葉, <http://www.pref.chiba.lg.jp/market/gepou/0707/0707all.pdf> (2009年6月1日閲覧)