

高温期の施設栽培における外気導入式強制換気法が トマトの生育、収量およびリコペン含量に及ぼす影響

井手 治*・森山友幸¹⁾・龍 勝利・奥 幸一郎

高温期の施設トマト栽培において、外気導入ファンと換気扇を組み合わせた外気導入式強制換気法が、微小な目合いの防虫ネットを展張したハウス内の昇温に対する抑制効果とトマト赤色系品種‘Kc02-15’および桃色系品種‘ハウス桃太郎’の生育、収量およびリコペン含量に及ぼす影響について検討した。

- 1 ハウスの北側妻面部の地上 2.5m の高さに外気導入ファン 1 台と南側妻面部の地上 2.0m の高さに換気扇 1 台を設置した本換気法は、側面と北側妻面上部の 1m の開放部に 0.4mm 目合いの防虫ネットを展張した 120m² の単棟パイプハウスにおいて、7 月下旬から 9 月下旬までの高温期に、ハウス内の昇温に対する抑制効果が高かった。
- 2 本換気法を用いたハウスは対照ハウスに比べて、トマトの上段果房の茎径が太く、光合成速度および蒸散速度が高かった。収穫果数には差はなかったが、商品果の 1 果重が重く、総収量が多かった。その一方で、裂果の発生率が高く、商品果収量は同程度であった。また、リコペン含量が赤色系品種、桃色系品種ともに高かった。

[キーワード：強制換気，昇温抑制，トマト，リコペン]

Effects of Forced Ventilation with Fan on Reduction of Inside Air Temperature in Greenhouse and Growth and Contents of Lycopene of Tomato Fruit. IDE Osamu, Tomoyuki MORIYAMA, Katsutoshi RYU and Koichiro OKU (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka818 Japan) *Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.*26:51-55 (2007)

In tomato cultivation of the high temperature phase, effects of the forced ventilation method which combined the ventilator and outside air introduction fan on reduction of temperature in the greenhouse and growth and yield and contents of lycopene of red-colored tomato variety 'Kc02-115' and pink-colored tomato variety 'house momotaro' was investigated, and a following knowledge was obtained.

1. In greenhouse with the forced ventilation method which combined the ventilator and outside air introduction fan, outside air was positively introduced to the greenhouse, and the temperature rising in the greenhouse was remarkably suppressed. In the forced ventilation greenhouse, the upper stem diameter of the tomato was thicker than the control house, and photosynthetic rate and transpiration rate were also high.
2. In the forced ventilation greenhouse, the fructification number does not change, one fruit weight of marketable fruits becomes heavy, and total yield increased by comparing control greenhouse. But the incidence of cracked fruits was high, marketable yield became equivalent, and lycopene content was increased both red-colored and pink-colored tomato varieties.

[Key words: tomato, forced ventilation, temperature rising suppress, lycopene]

緒 言

福岡県における施設トマト栽培は、2002 年にトマト黄化葉巻病の甚大な被害を受けた。このため、本病ウィルスを媒介するタバココナジラミの侵入に対する物理的な防除法として、ハウスに展張した微小な目合いの防虫ネットが高い効果をあげている⁸⁾。しかし、防虫ネットはハウスの換気率を低下させるため、高温期にはハウス内の温度が上がり、トマトの生育、品質へ悪影響を及ぼすことが懸念されている。

トマトの高温障害については、生育、開花・結実、障害果の発生など多くの報告がある²⁾³⁾¹⁰⁾¹³⁾。また、トマト果肉中には機能性成分として注目されているリコペンが多く含まれるが、このリコペンの生成は高温により抑制されることが報告されている¹¹⁾。したがって、今後本県産トマトの作期を拡大していくためには、高温期に

におけるハウス内の昇温を抑制して、トマトの収量、品質を向上させることが重要であると考えられる。

ハウス内の昇温を抑制する方法として、守谷ら⁴⁾⁹⁾は換気扇設置の反対側のハウス妻面に吸気口を設置し、従来より外気を大量に導入できる換気システムを開発するとともに、このシステムがハウス内の昇温を抑制し、養液栽培におけるトマトの商品果収量を向上させることを報告している。しかし、このシステムが高温期の施設栽培におけるトマトのリコペン含量並びに土耕栽培におけるトマトの生育、収量に及ぼす影響についての知見は得られていない。

そこで、本研究では守谷らのシステムよりさらに大量の外気を導入できるように、外気導入ファンと換気扇を組み合わせた外気導入式強制換気法（以下、強制換気法とする）を考案し、本換気法の高温期におけるハウス内の昇温に対する抑制効果を検討した。また、本換気法がトマトの桃色系品種、赤色系品種における生育、収量およびリコペン含量に及ぼす影響について検討した。

*連絡責任者（野菜栽培部）

1) 現筑後分場

試験方法

試験は福岡県農業総合試験場内（土性：砂壤土）に設置した、間口 6m、奥行 20m、肩高さ 1.6m、棟高さ 3.2m、南北向きの単棟パイプハウス 2 棟（東西方向並び）で実施し、試験区として以下の強制換気ハウス区および対照ハウス区の 2 つを設けた。対照ハウス区は両側面下部の 1.3m と北側妻面上部の 1m を開放し、開放部には 0.4mm 目合いの防虫ネット（タイレン社製：サンライト P）を展張した。ハウス天井部は厚さ 0.15mm の P0 フィルム（積水フィルム社製：花野果）を被覆し、換気は自然換気のみとした。これに対し、強制換気ハウス区は対照ハウス区に加え、北側妻面部の地上 2.5m の高さには外気導入ファン（フルタ電機社製：AB451）1 台と南側妻面部の地上 2.0m の高さには換気扇（フルタ電機社製：MGT10406）1 台を設置した（第 1 図）。なお、換気扇の回転数は奥行 20m に適応できるようにインバーターにより約 1/2 に調節した。これにより、2005 年 7 月 19 日から 9 月 30 日まで（毎日 9:00～16:00）換気を強制的に行った。

赤色系品種‘Kc02-15’（カゴメ株式会社育成）および桃色系品種‘ハウス桃太郎’（タキイ種苗株式会社育成）のトマト 2 品種を供試し、2005 年 4 月 6 日に播種し、5 月 25 日に定植した。栽植方法は畝幅 135cm、株間 35cm、1 条植えとし、両試験区ともに 3 畝に定植した。養液土耕栽培を行い、OKF-1（N-P₂O₅-K₂O=15%-7%-15%）の 2,000 倍希釈液を両試験区ともに同量を施用した。なお、栽培期間中の 1 株当たりの総給液量は強制換気ハウス区が 152L、対照ハウス区が 153L と同程度で、地下深さ 15cm の地点の pF 値はともに 2.0～2.5 の範囲内で推移した。着果処理として、トマトトーンの 100 倍液を花房ごとに 3 花開花した時期に、その花房全体に噴霧した。収穫は 12 果房どりとし、7 月 6 日から 9 月 30 日まで、果実が 7 分着色した時に行った。1 区 10 株の 3 反復とした。

ハウス内とハウス外の気温、風速および風向、トマトの開花日、着花数、着果数、着果率、小葉の光合成速度、蒸散速度、果房直下茎径、成熟日数、収穫果数、商品果 1 果重、商品果率、総収量、商品果収量、不良果発生率、糖度、酸含量、果実硬度、リコペン含量の項目を調査した。

ハウス内の気温はハウスの中央部で、地上から 1.5m の高さの地点を、ハウス外の気温（以下、外気温とする）はハウス等の影響を受けない地上から 1.5m の高さの地点をそれぞれサーモレコーダー（ティアンドデイ社製：RTR-52）を用いて測定した。このうち、先述の 2 区の他に外気導入ファンは使用せずに換気扇（10:00～15:00）



第1図 本試験に用いた外気導入ファン(a)と換気扇(b)の設置状況

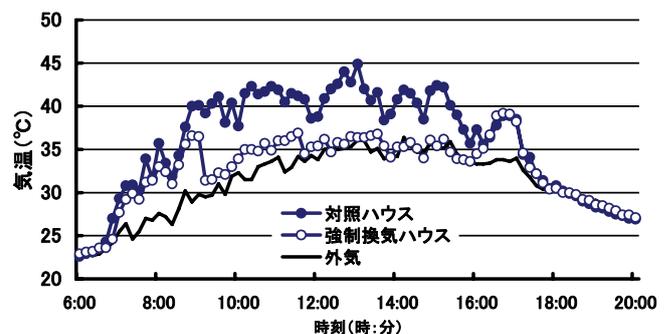
のみハウス区（守谷らとほぼ同様の換気法）を追加して、奥行のみが 18m と異なる同型のハウス 3 棟を用い、トマトを栽植していない条件で調査した。強制換気ハウス区の風速および風向は、奥行のみが 18m と異なる同型のハウス内で、トマトを栽植していない条件で超音波風向風速計（カイジョウソニック社製：SAT-530）を用いて、8 月 8 日の晴天日（9:00～13:00）に測定した。なお、測定は第 3 図に示すように、ハウス長辺方向が北側妻面部から 3m、9m、15m、短辺方向が西側側面部から 1m、3m、5m の地点の交点の 9 か所で、長辺に沿った中央部では高さ 2.0m、側面部では高さ 0.8m の地点で実施した。光合成速度および蒸散速度はトマトの第 8 果房の直下の小葉を LI-6400（LI-COR 社製）を用いて 8 月 18 日の晴天日（10:00～11:00）に、光強度 1200 μ mol/m²/s、流量 500 μ mol/s、葉温 35 $^{\circ}$ C の条件で測定した。果実硬度はダイナグラフ（飯尾電機社製：DYN-1250）を用いて測定し、直径 2.0mm のプランジャーの果皮部と果肉部の貫入値の合計値で表した。糖度は屈折式糖度計（ATAGO 社製）を用いて測定した。酸含量は水酸化ナトリウム 0.1N 液滴定法によりクエン酸換算量で表した。リコペン含量は分光光度法⁵⁾により測定した。

結果

1 ハウス内の気温、外気温、風速および風向

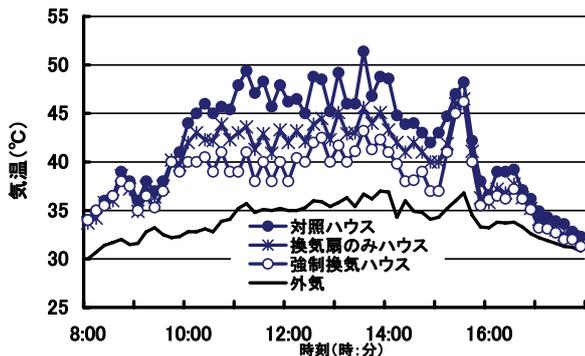
8 月 7 日（晴天日）における調査では、強制換気ハウス区の平均気温（8:00～16:00）は 34.3 $^{\circ}$ C と、対照ハウス区と比べて 5.7 $^{\circ}$ C 低く、外気温（33.0 $^{\circ}$ C）とほぼ同程度であった（第 2 図）。8 月 4 日（晴天日）における調査では、強制換気ハウス区の平均気温（8:00～16:00）は換気扇のみハウス区と比べて 1.9 $^{\circ}$ C、対照ハウス区と比べて 4.5 $^{\circ}$ C 低かった（第 3 図）。また、強制換気を実施した 7 月 19 日から 9 月 30 日までの 74 日間（積算 518 時間）において気温が 35 $^{\circ}$ C 以上となった積算時間を比較すると、強制換気ハウス区が 93 時間と、外気温（46 時間）の 2 倍程度で、対照ハウス区（288 時間）と比べて大幅に減少した。

強制換気ハウス区の中央部では、強制換気を実施後にハウスの長辺に沿って、外気導入ファンから換気扇へ向かって常時 0.6～0.7m/sec の風が発生した。また、ハウス側面部でも、外側から内側に向けて常時 0.2～0.4m/sec の風が発生し、側面からも外気が導入していることが確認された（第 4 図）。



第2図 ハウス内の気温および外気温の推移

1)2005年8月7日(晴天日)のハウス中央部の高さ1.5m地点を測定。
2)外気導入式強制換気は9:00～16:00に実施。



第3図 ハウス内の気温および外気温の推移(トマト栽植なし)

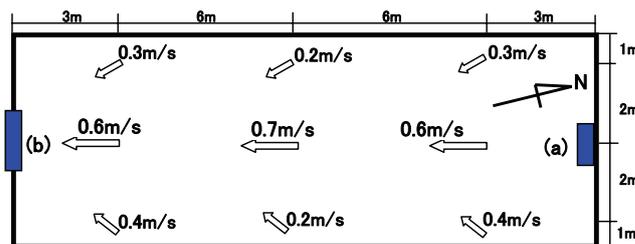
- 1)調査日は2005年8月4日(晴天日)のハウス中央部の高さ1.5m地点を測定。
- 2)外気導入式強制換気および換気扇のみの換気は10:00~15:00に実施。
- 3)トマトの栽植はなし。

2 トマトの生育

強制換気を実施後に開花した第8~12花房における開花日は、品種間に差が認められず、強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に早かった。

着花数および着果率は‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に少なかった。また、着花数、着果数および着果率ともに試験区間に差が認められなかった(第1表)。収穫終了時における各果房直下の茎径は、両品種、両試験区とも、第8果房以降は段数が進むとともに細くなった。また、第8果房以降では強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて太い傾向が認められ、第8、9および11果房で有意差が認められた(第5図)。

第8果房直下の小葉の光合成速度および蒸散速度は、強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて、有意に高かった(第1表)。



第4図 強制換気稼働時のハウス内の風向と風速

- 1)(a):外気導入ファン、(b):換気扇。
- 2)2005年8月8日(晴天日)の9:00~12:40に測定。
- 3)測定地点は、ハウス中央部が高さ2m地点、側面部が高さ0.8m地点。
- 4)超音波風向風速計(カイジョウソニック社製:SAT-530)を用いて測定。
- 5)ハウス外の風向は南南東、風速は0.2~1.4m/s。

3 トマトの収量

収穫果数は試験区間に差が認められなかった。商品果1果重は強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて重く、総収量が多い傾向にあった。尻腐れ果の発生率は‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に高く、試験区間に差が認められなかった。一方、裂果の発生率は‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に低く、強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて高かった。このため、強制換気ハウス区の方が商品果率が低い傾向にあり、両試験区の商品果収量は同程度であった(第2表)。

4 トマトの成熟日数および果実硬度

成熟日数は‘Kc02-15’が43日~48日、‘ハウス桃太郎’が38日~41日と、‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて多かったが、試験区間に差が認められなかつ

第1表 強制換気の有無とトマトの開花日、着花数、着果数、着果率、光合成速度および蒸散速度

試験区	品種	花房ごとの開花日					着花数 花/花房	着果数 果/果房	着果率 %	光合成速度 ¹⁾ μmolCO ₂ /m ² /s	蒸散速度 μmolH ₂ O/m ² /s
		8段	9段	10段	11段	12段					
強制換気ハウス	kc02-115	7.25	8.1	8.8	8.13	8.21	5.0	2.8	55.5	18.8	10.6
	ハウス桃太郎	7.24	7.31	8.7	8.14	8.20	6.4	2.8	43.9	18.1	11.1
対照ハウス	kc02-115	7.27	8.2	8.9	8.16	8.22	4.9	2.7	54.4	14.9	9.7
	ハウス桃太郎	7.26	8.2	8.11	8.17	8.25	6.5	2.9	44.9	15.5	9.4
要因 ²⁾	ハウス:(A)	*	*	*	*	*	NS	NS	NS	*	*
	品種:(B)	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	NS	NS
	交互作用:(A)×(B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- 1)光合成速度および蒸散速度は2005年8月18日の晴天日(10:00~11:00)に測定した。
- 2)二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)により、**、*はそれぞれ1%、5%水準で有意差あり、NSは有意差なし。

第2表 強制換気の有無とトマトの収量および不良果発生率

試験区	品種	総収量 t/10a	商品果 収量 t/10a	商品果 率 %	商品果 1果重 g	収穫果数 個/株	不良果発生率 ¹⁾	
							尻腐れ果 %	裂果 %
強制換気ハウス	kc02-115	8.6	7.1	75.3	127	34.7	20.4	6.4
	ハウス桃太郎	11.3	8.4	74.2	159	33.8	7.9	19.8
対照ハウス	kc02-115	8.2	6.9	78.2	126	33.1	16.6	4.1
	ハウス桃太郎	10.5	8.7	83.1	149	33.1	5.3	11.0
要因 ²⁾	ハウス:(A)	†	NS	†	†	NS	NS	*
	品種:(B)	**	**	NS	**	NS	**	**
	交互作用:(A)×(B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- 1)不良果発生率は重複発生を含む。
- 2)二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)により、**、*、†はそれぞれ1%、5%、10%水準で有意差あり、NSは有意差なし。

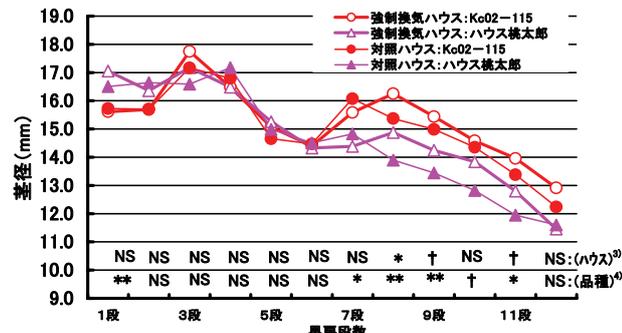
た(第3表)。

トマトの果実硬度は‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に硬かった。8月および9月では強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に軟らかく、7月では試験区間に差が認められなかった(第4表)。

5 トマトの糖度、酸含量およびリコペン含量

トマトの糖度は8月を除けば‘Kc02-15’と‘ハウス桃太郎’で差が認められなかった。8月および9月では強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に高く、7月では試験区間に差が認められなかった。また、酸含量は9月を除けば‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に低く、試験区間に差が認められなかった(第4表)。

リコペン含量は9月上旬を除けば、‘Kc02-15’の方が‘ハウス桃太郎’に比べて有意に高かった。試験区間で比較すると、7月下旬と9月上旬では試験区間に差が認められなかったのに対して、8月では強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に高くなった(第5表)。



第5図 強制換気の有無とトマト直径の推移

1)2005年10月4日に調査。
2)有意差検定は二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)で行った。
3)ハウス区間に*:5%, †:10%水準で有意差あり, NS:有意差なし。
4)品種間に*:1%, *:5%, †:10%水準で有意差あり, NS:有意差なし。
5)各果房段数ともに要因間の交互作用は認められなかった。

第3表 強制換気の有無とトマトの成熟日数

試験区	品種	収穫旬別の成熟日数 ¹⁾				
		7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬
強制換気ハウス	kc02-115	45.8	45.5	47.3	43.0	42.5
	ハウス桃太郎	41.1	41.1	40.9	38.5	38.7
対照ハウス	kc02-115	45.3	45.7	48.1	43.6	42.6
	ハウス桃太郎	40.7	40.7	40.5	38.3	40.7
要因 ²⁾	ハウス:(A)	NS	NS	NS	NS	NS
	品種:(B)	**	**	**	**	**
	交互作用:(A)×(B)	NS	NS	NS	NS	NS

1)2005年の各旬に収穫した果実の成熟日数の平均値。
2)二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)により、**は1%水準で有意差あり, NSは有意差なし。

第4表 強制換気の有無とトマトの糖度、酸含量および果実硬度

試験区	品種	収穫月別の糖度			収穫月別の酸含量			収穫月別の果実硬度		
		7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
強制換気ハウス	kc02-115	5.3	5.3	5.7	540	528	552	424	418	469
	ハウス桃太郎	5.2	5.5	5.6	575	616	528	334	337	342
対照ハウス	kc02-115	5.2	5.2	5.5	568	552	479	434	467	490
	ハウス桃太郎	5.2	5.3	5.5	574	632	495	314	354	349
要因 ¹⁾	ハウス:(A)	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	*	†
	品種:(B)	NS	*	NS	*	**	NS	**	**	**
	交互作用:(A)×(B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

1)二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)により、**、*、†はそれぞれ1%、5%、10%水準で有意差あり, NSは有意差なし。

第5表 強制換気の有無とリコペン含量

試験区	品種	収穫旬別のリコペン含量 ¹⁾				
		7月下旬	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬
強制換気ハウス	kc02-115	6.43	5.65	3.57	5.16	4.07
	ハウス桃太郎	3.05	2.73	2.77	3.86	2.27
対照ハウス	kc02-115	5.61	3.75	2.97	3.93	4.33
	ハウス桃太郎	2.58	1.82	1.82	1.58	2.72
要因 ²⁾	ハウス:(A)	NS	*	**	*	NS
	品種:(B)	**	**	**	**	†
	交互作用:(A)×(B)	NS	NS	NS	NS	NS

1)2005年の各旬に収穫した果実を供試した。
2)二元配置分散分析(要因:ハウス、品種)により、**、*、†はそれぞれ1%、5%、10%水準で有意差あり, NSは有意差なし。

考 察

本研究では、高温期における微小な目合いの防虫ネットを展張したハウス内の昇温を抑制することを目的として、外気導入ファンと換気扇を組み合わせた外気導入式強制換気を試み、本換気法によるハウス内の昇温に対する抑制効果を検討した。また、本換気法がトマトの生育、収量、糖度およびリコペン含量に及ぼす影響について検討した。

強制換気ハウスは、ハウスの北側妻面部に設置した外気導入ファンによる外気の導入とともに、南側妻面部に設置した換気扇による内気の排出が促進された。これにより、ハウス内の昼間の気温を大幅に抑制できることが明らかとなった。また、外気導入ファンから換気扇へ向かう直進の風に誘導され、ハウスの側面部から外気が導入されたこともハウス内の昇温抑制に効果があったものと考えられた。

また、強制換気ハウスは換気扇のみ実施したハウスと比べてハウス内の気温が1.9℃低かったことから、本試験における強制換気法は守谷らの方法⁴⁾と比べて、ハウス内の昇温に対する抑制効果がより優れているものと推察された。

本試験における強制換気ハウス内のトマトにおける着花数、着果数および着果率は対照ハウスと差が認められなかった。岩堀ら³⁾は、トマトを1日3時間ずつ2日間、40℃の高温条件にさらした場合、開花前9日~5日の花蕾ステージの花房は著しく着果率が低下し、ホルモン処理による着果率の向上も認められなかったことを報告している。本試験においては強制換気ハウス内の気温を大幅に下げたにもかかわらず、着果率の低下が抑制できなかった。その要因としては、強制換気を実施した74日間における、気温が35℃以上となった積算時間が93時間と、外気温に比べると約2倍となったことが影響したと

推察されるが、着果率の向上については今後さらに検討する必要がある。

強制換気ハウス内のトマトは、対照ハウスに比べて、開花日が早まり、果房直下の茎径が太く、光合成速度および蒸散速度も高かった。また、大石ら⁹⁾によると、養液栽培におけるトマトは強制換気により草勢が旺盛となり、茎径が太く推移し、果実肥大も優れた。これらのことから、本試験においても高温条件下で強制換気を実施することにより、トマトの草勢をある程度維持できたため、果実肥大が促進されて、商品果1果重が重くなり、総収量が増加したものと推察された。

その一方で、強制換気ハウスでは果実硬度が小さく、裂果の発生率が高かった。二井内ら⁶⁾⁷⁾はトマトの裂果の発生程度と果実の硬さには密接な関係があり、硬い果実のトマトほど裂果が少ないことを報告している。したがって、本試験において裂果の発生率が高かった要因の1つとしては、果実が軟らかくなったことによることが考えられるが、今後さらに検討する必要がある。

トマトの糖度に関しては、節水栽培等による果汁の濃縮により糖度が高まること、糖度と1果重には高い負の相関があることが報告されている¹⁾¹²⁾。本試験では、商品果1果重が強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて重かったにもかかわらず、8月と9月に収穫したトマトの糖度は強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に高かった。この要因の1つとして、強制換気ハウス区は対照ハウス区に比べて、光合成速度が高くなったことから、同化産物の増加によるものと考えられた。

本試験において8月に収穫したトマトのリコペン含量は強制換気ハウス区の方が対照ハウス区に比べて有意に高かった。高橋ら¹¹⁾は、トマトのリコペン含量は成熟に伴って増加すること、その生成の適温は19~24℃であり、30℃以上では抑制され、35℃以上では生成されないことを報告している。したがって、本試験では強制換気によってハウス内の気温の35℃以上の積算時間が少なくなったことにより、リコペンの生成量が高まったものと考えられる。

以上のことから、外気導入ファンと換気扇を組み合わせた外気導入式強制換気法は、1)高温期におけるハウス内の昇温を顕著に抑制でき、2)トマトの商品果1果重が重く、総収量が増加するとともに、リコペン含量が高まることが明らかとなった。したがって、本換気法は高温期におけるハウス内の昇温抑制技術として有効であると考えられた。

今後は、強制換気条件下でトマトの裂果の発生が多かっ

た要因について、水分ストレス等の観点から詳細に検討する必要があると考えられた。

引用文献

- 1) 番喜宏・山下文秋・林悟朗(1994)栽植密度及び水ストレスがトマトの果実糖度及び乾物生産に及ぼす影響. 愛知農総試研報. **26**: 163~167.
- 2) 岩堀修一・崎山亮三・高橋和彦(1963)トマトの高温障害に関する研究(第1報), 苗齢と障害の程度. 園学雑. **32**: 197~204.
- 3) 岩堀修一・高橋和彦(1964)トマトの高温障害に関する研究(第3報), 種々のステージの花蕾に及ぼす高温の影響. 園学雑. **33**: 67~74.
- 4) 守谷栄樹・大石直記(2003)高糖度トマト生産のための強制換気システムの開発. 農業環境工学関連5学会2003年合同大会講演要旨集. : 332.
- 5) 永田雅靖・山下市二(1992)トマト果実に含まれるクロロフィルおよびカロテノイドの同時, 簡便定量法. 日食工誌. **39**: 925~928.
- 6) 二井内清之・本多藤雄・大田成美(1960)トマトの裂果に関する研究(第1報), 裂果の機構について. 園学雑. **29**: 287~293.
- 7) 二井内清之・本多藤雄(1961)トマトの裂果に関する研究(第2報), 品種と裂果. 園学雑. **30**: 9~14.
- 8) 松浦明・田村真理子・志摩五月(2005)シルバリーフコナジラミに対する防虫ネットの目合いと侵入防止効果との関係. 九病虫研会報. **51**: 64~68.
- 9) 大石直記・守谷栄樹(2005)高糖度トマト生産のための強制換気システムの開発, 高温期におけるトマトの初期成長特性. 農業環境工学関連7学会2005年合同大会講演要旨集. : 641.
- 10) 橘昌司・安川人央・惟任恵子(1990)養液栽培トマトの尻腐病が夏季の栽培で多発する理由に関する研究. 園学雑 **59** 別2: 364~365
- 11) 高橋敏秋・中山昌明(1962)トマト果実の着色に関する研究(第8報), 色素含量に及ぼす貯蔵温度の影響. 園学雑. **31**: 325~328.
- 12) 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. 栃木農試研報. **36**: 15~24.
- 13) 宇井睦・高野泰吉(1995)果実肥大期における温度と培養液濃度が水耕トマトの尻ぐされ発生に及ぼす影響. 生物環境調節. **33**: 7~14.

