

## 遮光資材による夏秋トマト裂果発生抑制技術

野村康弘・鈴木隆志・塩谷哲也

Control of The Tomato Fruit Cracking by Shading Materials in Summer - Autumn .

Yasuhiro Nomura , Suzuki Takashi and Tetsuya Enya.

### Summary

By using shading materials, the tomato fruit-cracking in summer-autumn was possible to half the incidence of fruit-cracking. However, automated shading devices require substantial initial investment. The management performed manually, whilst economically attractive, demands greater labor. To this, it can be coped with the management using a weather forecast.

**Key Word:** amount of insolation, weather forecast

キーワード：日射量、気象予報

### 緒言

夏秋トマトにおける裂果（放射状）発生は、幼果期から緑熟期頃（成熟 35～15 日前）までの積算日射量が直立仕立てで 180.8MJ/m<sup>2</sup>、斜め誘引仕立てで 199.4MJ/m<sup>2</sup>を超えると発生しやすいとの報告がある（鈴木ら，2005）。このことから、裂果発生抑制法として遮光を行うことで、生育中の過剰な日射を抑制した場合の効果について検討する。また、現地普及に必要な低コストな方法についても検討する。

なお、平成 17 年度試験実施にあたり、岐阜地方気象台から「高温対策支援資料（試行）」の提供を受けたので、関係者の方々に感謝の意を表す。

### 材料及び方法

試験は 2 カ年について実施し、共に当研究所内（標高 493m）の 4mm 目合い防虫ネットで開口部を全面被覆した、6m 幅雨よけハウスで行った。供試品種は穂木に「桃太郎 8（タキイ種苗）」、台木に「がんばる根（愛三種苗）」を用い、24 穴セル成型苗に仮植育苗した若苗定植とした。灌水・肥培管理は、養液土耕装置（給液管理は（有）コスモイリゲーションシステム製 K I S B 型を使用し、点滴灌水チューブはネタフィルム社のラム 17 を使用）によるものとした。

基肥は 0kg とし、追肥は大塚 S A 処方で窒素施用量を 23kg/10a 内で管理した。マルチは白黒ダブルマルチを用い（白面が上）、受粉はマルハナバチ交配とした（振動受粉も併用）。

その他に、2 カ年ともに仕立て方法は異なるものの、5 段果房まで全て 3 果に摘果して、着果数の制限を行った。

#### 1. 2004 年試験

は種は 4 月 2 日、定植は 6 月 2 日に行い、条間 80cm で株間 40cm の 5 条植（栽植密度 2,070 株/10a）とした。誘引は斜め誘引仕立て（第 3 果房までを直立とし、それから上

は斜め誘引）とした。

#### 試験区の構成

区	処 理
常時遮光区	ハウス天井部に遮光資材を被覆
自動遮光区	ハウス内に遮光資材設置し、自動開閉器で温度により巻取り管理
無処理区	

注) 遮光資材はダイヤテックス㈱のふぁふぁ SL40 (40% 遮光) を用いた。

自動遮光区において、自動開閉器（遮光資材の巻取り用）には、兼弥産業(株)のハウスマスター-WRT2002 を用いた（第 1 図）。



第 1 図 自動遮光区で用いた自動開閉器（ハウスマスター-WRT2002）また、設定温度は第 1 表のとおりとした。

第 1 表 自動遮光区の設定温度

期間	温度設定( )
7月12日～	34
8月13日～	32
9月28日～	28

注) 温度設定は、機器表示温度による。

ハウス内の遮光資材の設置については、ハウス支柱にエスター線を巻きつけ、ハウス天井部に吊り下げた径 22mm 直管にとおして梁を作り、その上に遮光資材を乗せるように設置した（第 2 図）。



第2図 エスター線を利用した遮光資材の設置(2004年)

収穫調査は、各区5株の2反復について、株当りの可販収量等を求めた。また、岐阜県夏秋トマト選果基準に合わせて、発生した裂果を等級別等に分けて調査した。

ハウス内温度測定は、500ml ペットボトルの両端を切断し筒状とし、テフロ(株)製タイベックを日除け目的に表面に巻きつけた簡易シェルターを作成した。温度センサーをその中央部に配置し、温度記録計(株外) 汎用製おんどり TR-71S) を用いて、測定を行った。

日射量の測定は、養液土耕装置(KSB 型)に接続可能な日射センサーとして、東京ハイテック製 HT-0 型を用いて、計測したものをを用いた。

## 2. 2005年試験

は種は3月25日、定植は5月30日に行い、条間80cmで株間40cmの5条植(栽植密度2,080株/10a)とした。誘引は直立仕立てとした。

### 試験区の構成

区	処 理
手動遮光区	誠和(株)のハウス換気装置を用い手動管理 遮光資材は遮光率30% <sup>2</sup>
自動遮光区	兼弥産業(株)の自動開閉器による自動管理 遮光資材は遮光率40%

<sup>2</sup> 手動遮光区は展張時間が長い為、生育への影響を配慮し、遮光率30%とし、資材はいずれの区もダイヤテックス(株)の「ふあふあ」を用いた。

遮光資材の展張は全ての区で、ハウス補強を兼ねたものとするため、ハウスパイプにX型に配置したタイバー(梁)の上に張る方式とした(第3図)。

収穫調査は、10株の5反復について行い、株当りの可販収量等を求めた。また、岐阜県夏秋トマト選果基準に合わせて、発生した裂果を等級別等に分けて調査した。

ハウス内温度測定については、日射の影響を厳密に考慮する必要があることから、自然通風型シェルター(牛山,2000)を温度センサー部に用い、温度記録計(おんどり TR-71S)で測定を行った。また、前年度の測定方法との比較のため、前年の調査法との比較も行った。

日射量の測定は、ハウス内中央部のトマト支柱の先端(約1.5m高)に日射量センサー(ブリード(株)製 PCM-02)をポルテージロガー(株)ウイジン製: UIZ3635)に接続したものをを用い、1分ごとの日射量(kWh/m<sup>2</sup>)を測定した。測定データは積算日射量(MJ/m<sup>2</sup>・日)に換算して用いた。手動遮光、自動遮光区では9月2半旬~4半旬間のデータが欠測した(わき芽の伸長部がセンサー部に触れたことによる誤動作)。



第3図 ハウス補強型による遮光資材の設置(2005年)

遮光の開閉について、自動遮光区では前年同様、自動開閉器(ハウスマスターWRT2002)を用いたが、低コストでの遮光方法として、自動開閉器をハウス換気装置におきかえて、手動での開閉とした手動遮光区を設置した(第4図)。



第4図 手動による遮光資材の設置(2005年)

手動遮光区については、遮光管理の省力化のため、気象予報による管理を基準とした(7月下旬より実施)。

手動遮光区温度管理基準の設定について、岐阜地方気象台より7月22日~9月28日(土日、祝祭日を除く)まで提供のあった「高温対策支援資料(高山市アメダスデータによる試行資料)」を用いて管理を行った。アメダス調査地点と標高差があることと、ハウス内と露地での温度であることから、6月16日~7月16日までの間測定したハウス内温度とアメダスデータを比較検討した結果、最高温度は

+3 程度の幅であった。このことから、高温対策支援資料で 30 以上 33 未満の階級以上の温度が予測され、曇天日が 3 日以上連続で続かない週に遮光を実施することとし、それ以外は開放した。また、遮光の管理は週の金曜日を基準とした 1 週間単位とした(祝祭日等をはさむ場合は前後する)。

自動遮光区の温度管理基準について、遮光装置は前年同様、自動開閉器(ハウスマスターWRT2002)を用いた。温度設定は前年に行った温度と日射量のモデルを検討した結果から、旬別積算日射量が 100MJ/m<sup>2</sup>を超えないように、月別に設定温度を変えて設定した(第 2 表)。

第2表 自動遮光区温度管理基準

月旬	温度設定
7月下旬~8月中旬	34~32
9月上旬~	30~28
10月中旬~	23

注) 温度設定は、機器表示温度による。

## 結果

### 1. 2004 年試験

#### 1) ほ場試験結果

裂果の内、くず果(D品)率は常時遮光、自動遮光区で少なかったが、平均果重については、いずれも無処理区と比較して軽く、総収量、可販果収量も低かった(第 3 表)。

常時遮光区では、A 品率が特に低く(空洞、奇形果の発生が多い)、総収量も少なかった(第 3 表)。

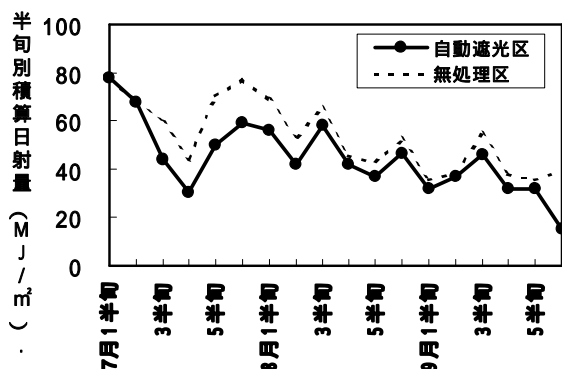
第3表 遮光処理が収穫に与える影響(2004年)

区	総収量 (kg/株)	可販果 収量 (kg/株)	平均果 重 (g)	総収穫 果数 (個/株)	裂果率(%) <sup>2</sup>	A品率 (%)
常時遮光区	3.54	3.36	161	22.0	23.0 (4.7)	76.0
自動遮光区	3.90	3.66	165	23.6	17.2 (4.6)	85.3
無処理区	5.13	4.66	180	28.5	29.1 (7.3)	89.3

注) ( )内はくず果(D品)率

<sup>2</sup>裂果率はB~D品の累計

自動遮光区は無処理区と比較して、7月下旬~8月上旬の遮光程度は高かったものの、8月中旬以降の遮光程度は低かった(第 5 図)。



第 5 図 遮光処理による日射量推移(2004年)

自動開閉器を用いた場合の資材経費は、ハウス 1 棟(240 m<sup>2</sup>) 当たりに換算すると 185 千円となり、自動開閉器を 5 年償却と見積もっても、77 千円であった(第 4 表)。

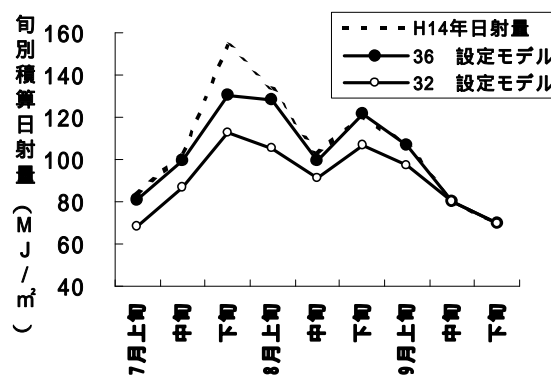
第4表 1棟当りの遮光資材設置経費

品目	品名	必要量	金額(千円)
自動開閉器	ハウスマスターWRT2002 (制御板、モーター一式)	1式	131
被覆資材	ふいふいSL40	1本	26
遮光展開用資材	直管(22mm)	10本	13
	エスター線(300m)	240m	5
	ハウスパッカー(22mm用)	120個	9
計			185

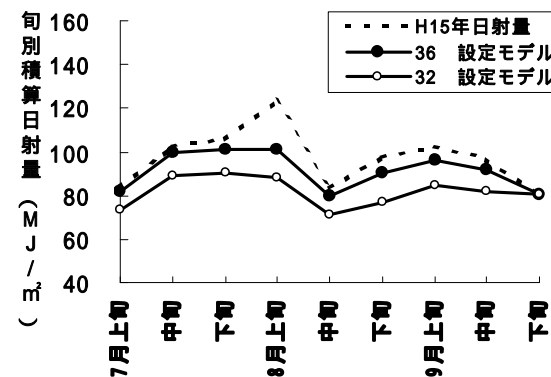
注) 設置ハウスは1棟6m×40mで計算した。

#### 2) 自動開閉器による遮光実施のための温度条件の検討

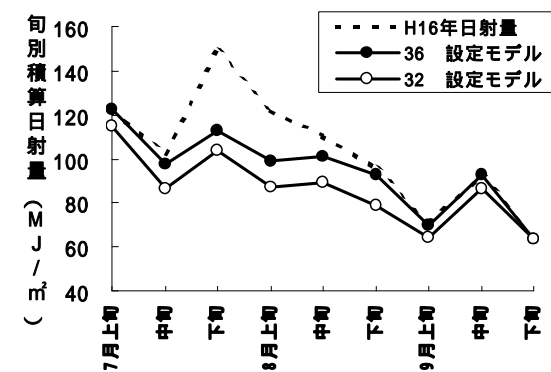
3 カ年間(2002~2004 年)のハウス内で測定した旬別積算日射量とハウス内気温を用い、32、36 以上の温度条件時で遮光(40%)した場合の旬別積算日射量を推定した(第 6、7、8 図)。



第6図 各設定温度による遮光実施モデル(2002年日射量)



第7図 各温度設定による遮光実施モデル(2003年日射量)



第8図 各温度設定による遮光実施モデル(2004年日射量)

36 設定では9月上旬から、ほとんど遮光しない条件となった(第6、7、8図)。また、7月下~8月下旬に32 設定とすることで、目標とする旬別積算日射量 90~100MJ/m<sup>2</sup>近くに抑制することが可能であった(第6図)。梅雨明け前後に当たる7月上~中旬においては、年により32 設定では遮光しすぎる条件となった(第6、7図)。

2. 2005年試験

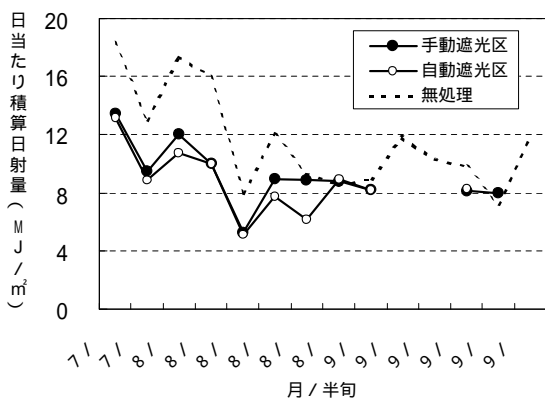
ハウスの補強を兼ねた遮光資材の展張に必要な経費は1棟(240m<sup>2</sup>)当りで61千円であった(第5表)。また、手動管理にすることで、遮光資材費を66千円と大きく抑えることが可能であった。

第5表 1棟当りの手動遮光区の設定経費

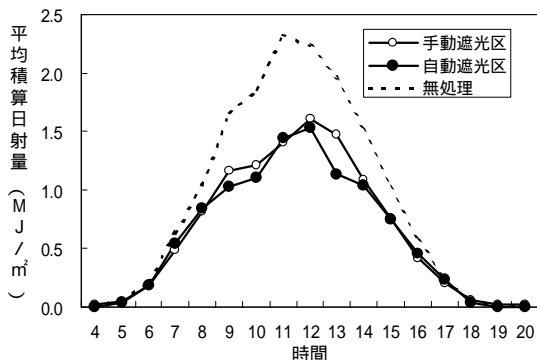
品目	品名	規格	必要量	金額(千円)
補強資材 (遮光展張用)	自在Tバンド	25mm×25mm	38	6
	自在Tバンド	25mm×22mm	38	6
	直管	25mm、5.5m長	28	23
	直管	22mm、5.5m長	24	16
	クロスワシ	25mm×22mm	198	10
	ドリルネジ	4mm×13mm	38	0
	小計			61
手動開閉器	パイプ換気装置	1式		39
被覆資材	ふぁふぁSL30	1本		26
	小計			66
計				127

注)設置ハウスは1棟6m×40mで計算した。

日当たり積算日射量は、手動遮光区と自動遮光区では、ほぼ同程度であった(第9図)。



第9図 半旬別日平均積算日射量の推移(2005年)



第10図 各区の時間別積算日射量の推移(2005年8月1~10日)

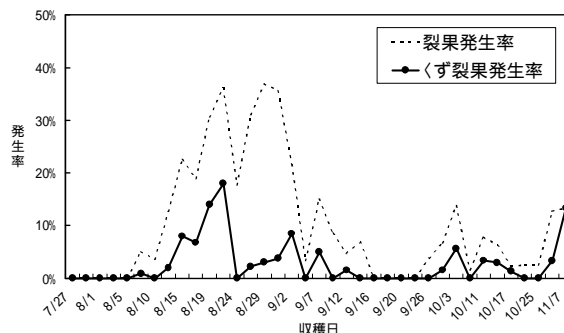
第6表 各区の温度比較(2005年)

区	平均温度 ( )	最高温度 ( )	最低温度 ( )
自動遮光区	26.1	35.0	20.9
手動遮光区	26.3	35.7	21.1
無処理	26.7	35.9	21.6

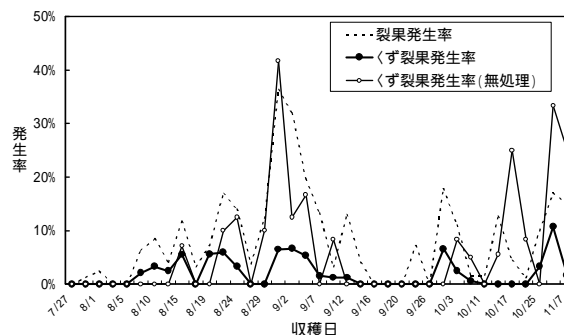
注)温度比較は8月1~10日の調査データで行った。

8月1日~10日までの、時間別の積算日射量平均値の推移から、一日中遮光する手動遮光区と、温度により遮光の有無が変わる自動遮光区では、12:00~14:00での遮光程度にやや差を認めた(第10図)。他試験でのデータであるが無処理との対比では手動遮光区で70%、自動遮光区で64%の遮光率であった。また、8月1~10日までの各区における平均温度の差は少なく、最高温度では自動遮光区で無処理よりも約1 低い程度であった(第6表)。手動遮光区では最高温度は無処理と差はなかった(第6表)。

裂果発生率は、手動遮光区で8月中旬において収穫日別の裂果発生がやや多かった(第11、12図)。作期を通しての裂果発生率は自動遮光区と手動遮光区では差がなかった(第7表)。



第11図 手動遮光区における収穫日ごとの裂果(C、D品)発生推移(2005年)



第12図 自動遮光区における収穫日ごとの裂果(C、D品)発生推移(2005年)

第7表 収穫調査結果(2005年)

区	可販収量 (g/株)	平均一果重 (g)	総収穫果数 (個/株)	裂果発生率 (%)
手動遮光区	4,880 ± 184	179.4 ± 3.6	29.3 ± 1.0	10.7 ± 2.0(3.0 ± 0.8)
自動遮光区	5,844 ± 213	190.0 ± 3.2	32.4 ± 0.9	8.6 ± 1.6(2.2 ± 0.6)
無処理 <sup>2</sup>	5,826 ± 252	208.5 ± 3.5	32.2 ± 0.8	16.6 ± 5.8(6.8 ± 1.7)

<sup>2</sup> 無処理については、他調査における参考データを記した。

裂果は、C、D品での発生率を示し、( )内のデータはD品(くず果)の裂果率を示した。

手動遮光区では平均一果重が軽く、可販収量もやや少なかった(第7表)。自動遮光区では可販収量は、他試験区の参考データの無処理とほぼ同じであった(第7表)。

手動遮光区では AB 品収量で無処理区と比較するとやや少ないものの、自動遮光区では無処理区よりも多かった(第8表)。

第8表 AB品収穫比較(2005年)

区	AB品収量 (g/株)	AB品率 (%)
手動遮光区	3,726 ± 143	71.3 ± 1.5
自動遮光区	4,525 ± 158	74.6 ± 1.2
無処理 <sup>2</sup>	4,368 ± 66	66.2 ± 0.1

<sup>2</sup> 無処理については、他調査における参考データを記した。

生育面においては、手動遮光区の方が茎太も細く、節間長も長いことから、やや徒長ぎみとなり、着果率もやや低かった(第9表)。

第9表 各区の生育比較(2005年)

区	節間長(cm)	茎太(mm)	開花数	着果率(%)
手動遮光区	22.8 ± 1.8	11.2 ± 0.8	5.0 ± 0.2	68.7 ± 1.3
自動遮光区	22.3 ± 1.5	12.4 ± 0.7	5.2 ± 0.2	70.8 ± 1.1

手動遮光区において、遮光資材の開閉作業は作期中で、17回程度であった。台風13号、14号の影響があった8月下旬~9月下旬については、気象変動が大きく、曇天が続いたため、週の中途(8月31日)で急遽遮光を開放したものの、その他はほぼ予報どおりで管理可能であった。

ハウス内の温度調査方法の比較を行ったが、簡易シェルターは測定期間中の日最低気温の差は少ないものの、日平均温度では約1、日最高温度は約5ほど高かった(第10表)。

第10表 各測定方法による温度比較(2005年)

区	日最高平均 ( )	日最低平均 ( )	日温度平均 ( )
自然通風シェルター	32.3	19.3	23.9
簡易シェルター	37.1	19.5	25.2

注)温度比較は7月9~20日の間に行った。

また、簡易シェルターと自然通風シェルター測定値には正の相関関係が認められ、回帰直線式  $y=0.74x+5.26$  ( $Y$ :自然通風シェルター温度、 $X$ :簡易シェルター)が得られた。

## 考 察

### 1. 2004年試験

常時遮光区では、くず(D品)果率が減少したものの、平均果重、収穫果数が最も少なく、収量に与える影響が大きいと、実用的ではないと考えられる。また、自動遮光区についても同様に収量減少しているが、これは過剰に遮光された結果によるものと考えられる(H17年の温度測定

方法の比較より、簡易シェルターでは直射影響を受けやすく、温度が高く測定されやすいことから、遮光期間が長かったと考えられる。)

過去3年間(H14~16年)の日射量から、7月上~8月下旬に36設定では、目標とする旬別積算日射量90~100MJ/m<sup>2</sup>に抑制できない年が推定されたことから、梅雨明け以降の7月中旬~8月下旬までは強く遮光し、9月上旬~以降は遮光程度を下げるのが良いと考えられる(温度設定としては、7月中旬~9月下旬までは32が良いと考えられる。)

自動開閉器を用いた遮光では経費負担が大きく、裂果発生抑制による収入増のみでは、総収量が減少していることから、投入資材費をまかなえないものと考えられる。

### 2. 2005年試験

温度測定において簡易シェルターでは、筒内に若干の透光を認め直射の影響を受けやすかった。直射の影響を避けるために用いるシェルターには自然通風型よりも強制通風型の方がより正確な温度測定が可能であるとの報告がある(牛山,2000)。このことから、今回用いた自然通風型が必ずしもハウス内温度を正しく表しているとは言えないものの、直射の影響を受けにくく、また、電源を必要としないことから、精度が要求される温度測定場面では有効であると考えられる。

自動遮光区では気象条件等が異なるものの、2004年の結果よりも平均1果重や可販収量が改善された。これは、自然通風シェルターを用いて全ての温度管理を行ったことから、2004年度より日射による影響を受けにくく(異常高温が測定されにくい)、過剰な遮光を回避できたと考えられる。

気象予報による遮光管理を行った手動管理区では、管理作業も少なく、裂果発生も自動開閉装置と同程度に抑制可能であった。しかし、遮光率が低い資材を用いたものの、長期間遮光を行うことで徒長しやすく、果実肥大もやや劣ることで可販収量がやや減少したというマイナス面があるものの、電気配線や制御盤を必要としないことから初期投資を大きく減らすことが可能で、普及性は高いと考えられる。

手動での遮光管理を軽減するために、気象予報の利用を行ったが、台風の通過前後を除けば、ほとんど予報に問題なかったことから、十分適応性はあるものと考えられる(近年ではインターネット等からピンポイントの予報等のデータを入手しやすい)。しかし、今回行ったように、あらかじめ、それぞれのほ場環境に合わせて、アメダスデータの読み替えのための基準作成(標高・施設環境等)が必須であると考えられる。

### 3. 2カ年間試験まとめ

水耕トマトの低段密植栽培において、トマトの株全体を遮光処理することで裂果の発生は減少するが、収量及び品質が低下を認め、これは遮光により葉からの水分蒸散が抑

制されるため、根からの水分吸収量が減少し、ひいては果実への流入量が減ることが原因であるとしている(山下ら,1994)。裂果発生と水との関係については、17年結果から、裂果の内、軽度のもの(B、C品)がぐず果(D品果)に移行するのは、水分変動の大きいハウスの外側に面した畦で多かったことから、裂果程度に深く関係していることは間違いのないものと考えられる。

今回データは示していないが、幼果のうちに、へた部に小さな裂果のきっかけになるものと思われる軽度の割れを多数認めている(第13図)。



第13図 へた部に見られる軽度の裂果(2005年)

それが、その後の条件によって程度が進むことを認めていることから、夏期(高温時)の果実肥大が急速に進むような条件においては、光合成能力の増大にともなう急激な果実肥大の影響が大きいものと考えられる。

前述したように、手動遮光区では遮光率が低いものの、長期に遮光する時間が多く、徒長しがちであった。このことから、日当たりの積算日射量を抑制するよりも、その日の内、過剰な日射(11:00~14:00)のみを抑制するのが、生育に与える影響をより軽減する方法と考えられる(時間当たりの積算日射量を1.5MJ/m<sup>2</sup>を超えないように遮光管理を行うことが、生育を落とさない方法として良いと考えられる。)

トマトは光要求性が強い作物であり、常時遮光をするような極端な抑制では必ず収量低下となるので、遮光による裂果発生を軽減することは可能であるものの、遮光技術のみでは、裂果発生を完全に無くすることはできず、品種との組み合わせや、その他栽培管理との組み合わせとするのが有効であると考えられる。

今回の試験では、遮光を行ってもハウス内温度の差は少なかった。これは、雨よけハウスでの遮光実施ということで、台風対策を考慮し(ハウスの外側に遮光資材を設置するのは、台風等に弱い)遮光資材についてはハウス内の設置としたことにより、ハウス内で蓄熱したためと考えられる。

その他に、今回用いた自動開閉器(ハウスマスター

WRT2002)付属の温度センサー精度が低い(30℃を境に誤差が大きいが)ことが判明したため、温度を基準とした遮光実施については、今後の検討が必要であると考えられる。

### 摘要

夏秋トマトの裂果発生については、遮光資材を用いた管理とすることで、裂果発生を半分以上に軽減可能である。しかし、自動開閉器を用いた遮光管理では初期投資が負担となる。手動管理にすることで経費負担を大きく軽減できるが、その反面、管理作業労力が増える。これに対しては、気象予報を用いて管理することで対応可能である。

### 引用文献

牛山素行.2000.身近な気象・気候調査の基礎.古今書院.p11-12.

鈴木隆志・柳瀬関三・塩谷哲也.2005.夏秋トマト栽培における放射状裂果の発生に関する研究(第4報)積算日射量がトマト放射状裂果の発生に及ぼす影響.園学雑(74)別2.p156.

山下文秋・林 悟朗.1994.水耕トマトの低段密植栽培による周年生産(第2報).愛知農総試研報26:p157-162.