

イチゴ品種「やよいひめ」育苗ハウスへの屋根散水が ハウス内環境と収穫開始時期および年内収量に及ぼす影響

鶴生川雅己・瀬山祥平*・唐澤智・小泉丈晴

要 旨

イチゴ品種「やよいひめ」育苗ハウスへの安価で簡易な施設冷却法として、ハウスの屋上に設置した散水チューブから散水した水の気化熱を利用した屋根散水の効果について検討した。晴天日の日中、育苗ハウスに屋根散水を行うことにより、ハウス内気温の上昇を平均 2℃程度抑制することができた。9月上旬の気温が平年なみか平年以上の年においては、屋根散水を行うことによりイチゴの花芽分化が促進され、収穫開始期が早くなり、年内収量が増加した。

結 言

群馬県内の気温は長期的に上昇している。前橋地方気象台の観測によると、年平均気温は 100 年あたり 1.9℃上昇しており、真夏日(日最高気温が 30℃以上)日数は 100 年あたり 36 日増加している¹⁾。この変化は地球温暖化に加え、都市化によるヒートアイランド現象の影響もあるとみられており、今後さらに気温が上昇すると予想される。このような気温の上昇傾向のなか、夏季の施設野菜生産は多くの品目で困難になりつつある。それらの品目の 1 つにイチゴがある。

県内のイチゴ生産のほとんどを占める促成作型において夏は育苗期間にあたる。露地でも育苗されることはあるが、近年は病害発生リスクを回避するため施設内で育苗されることが増えている。イチゴは低温短日によって花芽分化が誘導されるため、8月中旬以降は気温の低下によって花芽分化が誘導されることが期待されてきた。しかし、近年の気温上昇傾向により8月中旬以降も高温が続く傾向が強くなっており、イチゴの花芽分化の遅れが懸念されている。花芽分化の遅れは収穫開始時期の遅れにつながる。イチゴは出荷時期が早いほど高単価で出荷できる傾向があるため、収穫開始時期の遅れは経営上不利となる。特に群馬県育成品種「やよいひめ」は花芽分化時期が促成栽培用品種のなかでは遅い特徴があるため、高温による花芽分化のさらなる遅れは経営に大きな影響を及ぼすことになる。このため、イチゴ「やよいひめ」の育苗における高温対策は重要な課題となっている。

*現 群馬県農政部ぐんまブランド推進課

本報告の一部は園芸学会平成 29 年度春季大会で口頭発表した。

ハウス内気温を外気よりも下げる冷房方法は①機械的に冷却する冷凍機(冷暖房兼用の場合はヒートポンプ)②細霧冷房やパッドアンドファンなどのように水を気化させて冷却する蒸発冷却法③地下水の熱を利用する方法などがある²⁾。しかし、これらの設備は設置コストや維持コストが高く、小規模の経営体では過剰投資となるおそれがある。

これらの冷房方法に対し効果は劣るものの、簡易的なハウス内の昇温抑制手法として屋根散水がある³⁾。屋根散水はハウスの屋根上に散水することで、散水した水が蒸発する際の気化熱によってハウス屋根面が湿球温度まで冷却され、ハウス内を冷却する技術である。設置コストは低く、ホームセンターで入手できる部材を組み合わせて容易に設置、撤去が行える。

そこで、本研究ではイチゴ育苗ハウスへの屋根散水がハウス内気温とイチゴの花芽分化に及ぼす影響を調査した。

なお、本研究の一部は農林水産省委託プロジェクト研究「温暖化適応・異常気象対応のための研究開発」により実施した。

試験方法

(1) 試験場所

群馬県農業技術センター(伊勢崎市)で行った。育苗には間口 4.5m、長さ 15m、高さ 2.5m の南北棟パイプハウスを 2 棟用いた。両方のハウスに外面被覆材に P0 フィルムを展張したうえ、遮光率 40% の遮光資材(商品名：ふあふあ SL-40)を展張した。2 棟のうち

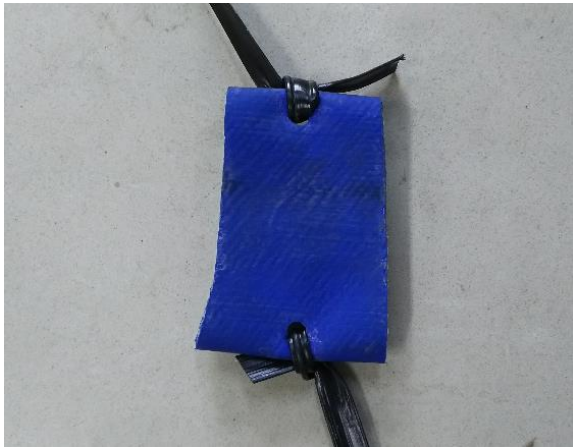


図1 支持具の様子



図2 散水チューブの設置状況

1棟を屋根上に散水チューブを設置した散水区とし、もう1棟は散水チューブを設置しない対照区とした。試験は2013年から2016年の4年間行い、2013年と2014年は東側のハウスを散水区とし、2015年と2016年は西側のハウスを散水区とした。

(2) 散水チューブ設置方法

散水チューブにはスミサンスイ R-育苗（住化農業資材(株)）を用いた。チューブの支持具としてパンチ穴を開けマイカー線を結びつけた長さ7cmのサニーホースを用い、支持具の中に散水チューブを通した（図1）。支持具は散水チューブの2mおきに設置した。その後、散水チューブをパイプハウスの屋根上に上げ、パイプハウスの中央部（尾根上）にチューブが設置されるように調整しながら、支持具に結びつけられたマイカー線をハウス両脇に結びつけ、固定した（図2）。

(3) イチゴ栽培方法

イチゴの品種は「やよいひめ」を用いた。4月下旬にプランターに親株を定植しセンター内ハウス内で栽培した苗を6月下旬から7月上旬に散水ハウスおよび対照ハウス内に移動した。散水ハウスには晴天日の日中（9:00～16:00）に散水を行った。育苗は高さ70cmのベンチ上で行った。親株から発生したランナーは挿し木・挿し芽用よかばいど（北海道ピートモス(株)、肥料成分無し）を充填した10.5cm黒ポリポットに随時受け、7月下旬から8月上旬にランナーを切り離した。ランナーを切り離した時に固形追肥用肥料（ポットにポン、N:8 P₂O₅:8 K₂O:8、(株)ジャット）をポットあたり1粒（0.8g）施用した。9月17日から18日に本ぼに定植し、栽培を行った。本ぼにおける栽植は畝幅120cm、株間23cmの二条千鳥植え（栽

植密度7,246株/10a）とした。

(4) 調査項目

それぞれの育苗ハウス内の気温と湿度（地上1.5m）は強制通風下に温湿度ロガー（商品名：おんどとりTR-74、(株)T&D）を設置して測定した。ランナー切り離し時に親株1株あたりのランナー発生数、採苗数を調査した。定植前日に花芽分化程度を実顕顕微鏡で観察した。開花開始日、収穫開始日、年内果実収量（12月に収穫された果実収量）を調査した。

結果

晴天日の屋根散水区のハウス内気温は対照区と比較して平均気温は1～2℃、最高気温は3～5℃低かった（図3）。また、日中のハウス内の湿度は対照区より10%程度高く推移した。

屋根散水区と対照区の間ではランナー発生数、採苗数に違いはみられなかった（表1）。

花芽検鏡の結果、2013年と2016年は屋根散水区において対照区より花芽分化程度がやや進んでいる傾向がみられた（表2）。一方、2014年と2015年は花芽分化程度に差はみられなかった

2013年と2016年は屋根散水区において対照区より開花開始、収穫開始が早くなり、年内収量が増加した（表3）。一方、2014年と2015年は収穫始めが遅れたが処理区間に年内収量の差はみられなかった。

考察

散水チューブを用いた屋根散水を行う際に課題となるのは散水チューブの固定方法である。風にあおられてたわむことなく、パイプハウスの屋根中央にまっ

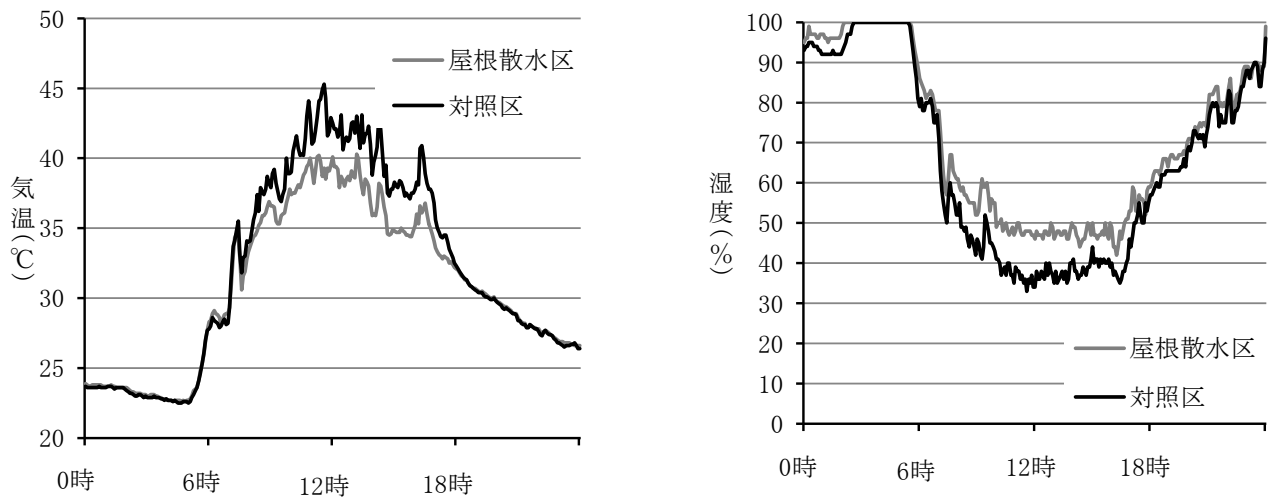


図3 晴天時の屋根散水が育苗施設内の気温および湿度に及ぼす影響（2015年8月2日測定）

表1 屋根散水がイチゴの採苗数、ランナー発生数に及ぼす影響

| 処理 | | 採苗数 (/親株数) | ランナー数 (/親株数) |
|-------|------|---------------|-----------------|
| 2013年 | 屋根散水 | 22 ±0.8 | 5.3 ±0.7 |
| | 対照 | 20 ±0.4 | 4.0 ±0.6 |
| 2014年 | 屋根散水 | 30 ±1.3 | 10.2 ±1.2 |
| | 対照 | 28 ±1.3 | 9.5 ±0.7 |
| 2015年 | 屋根散水 | 34 ±2.3 | 10.0 ±1.1 |
| | 対照 | 32 ±1.6 | 9.5 ±1.2 |
| 2016年 | 屋根散水 | 33 ±2.1 | 9.6 ±0.7 |
| | 対照 | 31 ±1.4 | 9.3 ±1.1 |

(注) 平均値±標準誤差(n=16)をあらわす。

表2 屋根散水がイチゴの花芽分化に及ぼす影響

| 試験年 | 処理 | 未分化 | 分化初期 | 分化期 |
|-------|------|-----|------|-----|
| 2013年 | 屋根散水 | 0 | 3 | 9 |
| | 対照 | 3 | 5 | 4 |
| 2014年 | 屋根散水 | 1 | 0 | 4 |
| | 対照 | 1 | 0 | 4 |
| 2015年 | 屋根散水 | 0 | 1 | 4 |
| | 対照 | 0 | 1 | 4 |
| 2016年 | 屋根散水 | 0 | 1 | 4 |
| | 対照 | 2 | 2 | 1 |

(注) 定植の前日に検鏡を行い調査した。
2013年は1区12株、2014～2016年は1区5株調査した。

表3 屋根散水がイチゴの開花始め、収穫始め、年内収量に及ぼす影響

| 試験実施年 | 処理 | 開花始め | 収穫始め | 年内収量 (kg/10a) |
|-------|-------|--------------|--------------|---------------|
| 2013年 | 屋根散水区 | 11月9日 (-8日) | 12月14日 (-7日) | 190 |
| | 対照区 | 11月17日 | 12月21日 | 28 |
| 2014年 | 屋根散水区 | 10月31日 (-2日) | 12月21日 (+5日) | 298 |
| | 対照区 | 11月2日 | 12月16日 | 247 |
| 2015年 | 屋根散水区 | 10月28日 (+2日) | 12月11日 (+8日) | 303 |
| | 対照区 | 10月26日 | 12月3日 | 301 |
| 2016年 | 屋根散水区 | 11月10日 (-3日) | 12月10日 (-6日) | 672 |
| | 対照区 | 11月13日 | 12月16日 | 525 |

(注) 1区20株、3反復調査した。分散分析の結果*は5%水準で有意差のあることをあらわし、nsは有意差のないことをあらわす。括弧内は対照区に対する差をあらわす。

表4 9月上旬の散水区、対照区、アメダス（伊勢崎観測地点）の気温

| 年度 | 平均気温 | | | 最高気温 | | |
|-------|------|-------------|------|------|-------------|------|
| | 対照区 | 散水区 | アメダス | 対照区 | 散水区 | アメダス |
| 2013年 | 25.8 | 25.1 (-0.8) | 25.0 | 33.7 | 31.0 (-2.6) | 29.3 |
| 2014年 | 23.6 | 23.5 (-0.1) | 23.1 | 29.8 | 29.3 (-0.5) | 27.4 |
| 2015年 | 23.6 | 23.6 (-0.0) | 23.4 | 30.1 | 29.2 (-0.9) | 26.8 |
| 2016年 | 27.9 | 27.2 (-0.7) | 27.1 | 35.8 | 33.6 (-2.2) | 32.6 |

(注) 9月1日から9月10日までの平均値をあらわす。括弧内は対照区に対する差をあらわす。

すぐ固定されなければならない。本研究ではサニーハウスとマイカー線で支持具を作製し、チューブを固定した。チューブの固定方法としては遮光資材を加工し、チューブを通す袋を作る方法が試みられているが⁴⁾、本研究の固定方法はこれまでの方法に比べて安価かつ設置、撤去が容易な方法だと思われる。使用した資材のコストは散水チューブ、支持具、継手を含めて6千円程度、設置にかかる作業時間は3名で1時間程度であった。

試験を行った4年間のなかで、2013年と2016年は屋根散水により花芽分化、開花開始、収穫開始が早くなり、年内収量が多くなったが、2014年と2015年は処理による差はみられなかった。これは花芽分化に影響を及ぼす時期の気象条件が年によって異なったことによるとと思われる。尾田(2014)は夏季の高温とイチゴ数品種の開花時期との関係を調査し「やよいひめ」は9月上旬の気温が花芽分化に影響すると推測した⁵⁾。そこで9月上旬の各区の気温、アメダス（伊勢崎観測点）の気温を表4に示す。アメダス（伊勢崎観測点）の9月上旬の平年値は平均気温が25.1℃、最高

気温が30.1℃であることから、2013年は平年並み、2014年と2015年は平年より気温が低い条件、2016年は平年より気温が高い条件での処理となっていた。各区の気温もアメダスと同様の傾向であったが、気温が低い2014年と2015年は処理区間の気温差が小さかった。これは曇天や外気温が低いときは散水した水の蒸発量が少ないため、屋根散水の効果が小さくなったことをあらわしている。このことが花芽分化に及ぼす影響の年度間差の原因であると考えられる。

本研究はベンチ上に苗を置く条件で試験を行ったが、これは地面に直で苗を置く条件よりも屋根散水の効果が出やすい条件だと思われる。なぜなら屋根散水は屋根被覆資材や骨材を冷却するため、屋根面に近い位置ほど屋根散水の冷却効果は大きくなるからである⁶⁾。イチゴは本研究のようにベンチ上で育苗されることが多いため、屋根散水を適用しやすい品目であると思われる。

また、屋根散水は水の気化熱により屋根面を冷却するため、散水された水が屋根面から流れ落ちず、保水されることが望ましい。このために水持ちの良い遮光

資材を屋根上に展張することで、冷却効果が高くなる
ことが知られている⁶⁾。本研究では遮光率 40%の資材
を用いたが、資材の網目が水を保持しており、冷却効
果が高くなったと推測できる。県内の多くのイチゴ育
苗ハウスでは本研究で用いたような遮光率 40~50%
程度の遮光資材をすでに使用している。このため、遮
光資材を追加で購入する必要がなく、かん水チューブ
と支持具のみの投資で屋根散水の導入が可能である。

導入上の注意点は、散水する水の水質である。本研
究では地下水を用いたが、4年間連続して試験しても
チューブの詰まりや遮光資材の汚れは見られなかつ
た。しかし、井戸水の水質が悪かったり、雑物の多い
用水しか使えないほ場においては、このことについて
注意が必要である。水道水を利用する場合は水道料が
ランニングコストとなる。本試験では1日あたり 2 m³
の水を使用した。節水のためには水を連続散水でなく
間欠散水するなどの方法が考えられる。

以上のことから、イチゴ育苗ハウスへの気化熱を利用
した屋根散水は、導入コストが安価で、設置が簡単
な暑熱対策法である。花芽分化が行われる時期の気温
が平年並みかそれより高い年では、育苗期間中の晴天

日の日中に 2 m³程度の屋根散水を行うことにより、育
苗ハウス内の気温上昇を平均 2°C程度抑制でき、イチ
ゴ品種「やよいひめ」の花芽分化を促進し、収穫開始
を早められ、年内収量を高くすることができる。

引用文献

- 1) 東京管区気象台. 2016. 関東甲信地方と各都県の気
候変化・群馬県. 気候変化レポート 2015. 19-21
- 2) 石井雅久. 2015. 冷房. 施設園芸・植物工場ハンド
ブック. 農文協. 137-148
- 3) 高浦裕司ら. 2002. 屋根散水によるパイプハウス内
の昇温抑制. 近畿中国四国農業研究. 1 : 55-59
- 4) 鳥取県園芸試験場. 2014. ビニールハウスの屋根散
水による高温期のハウス内昇温抑制. 新しい技術第
52集.
- 5) 尾田秀樹. 2014. イチゴ主要品種の開花時期と夏期
の高温との関係. 埼玉県農林総合研究センター成果発
表会要旨.
- 6) 森川信也. 2009. 屋根散水による夏季のパイプハウ
ス内昇温抑制技術. 近畿中国四国農業研究. 14 : 20-
25

(Key Words : Strawberry , Yayoihime ,Roof sprinkler, Countermeasure for heat)

Roof Sprinkler Cooling Applied to a Seedling Greenhouse for Strawberry Cultivar "Yayoihime": Effect on Greenhouse Environment, Annual Yield, and Harvest Time

Masami UBUKAWA,Syohei SEYAMA,Akira KARASAWA and Takeharu KOIZUMI

Summary

A roof sprinkler system was employed as a low-cost and convenient cooling facility in a seedling greenhouse for growing the strawberry cultivar "Yayoihime". The effect of the vaporization heat of water from the sprinkler tubes on the seedlings and the greenhouse environment was examined. Temperature increase in the greenhouse during the daytime on a fine weather day was reduced by an average of 2°C with the implementation of the roof sprinkler system. Further, in years in which the temperature at the beginning of September was equivalent to or higher than that in a normal year, flower bud differentiation of the strawberry was promoted, the harvest times arrived earlier, and annual yields increased.