

Short Report

局所加温を活用したイチゴの寒冷地向け半促成栽培

(イチゴの新低温カット栽培)に関する研究

吉田康徳¹, 朝倉みなみ¹, 神田啓臣¹, 今西弘幸², 高橋春實²

¹ 秋田県立大学生物資源学部アグリビジネス学科

² 秋田県立大学生物資源学部フィールド教育研究センター

著者らは、秋田県のような寒冷地で有利性があるイチゴの栽培技術の開発を目指し、局所加温を活用した寒冷地向け半促成栽培（仮称：新低温カット栽培）に取り組んでいる。本研究では、年内の局所加温後の再局所加温時期がイチゴの収量に及ぼす影響を検討した。生育調査の結果、葉数は、年内の局所加温後の3月再局所加温（局所+3月再）と局所+4月再で、有意差は認められないが、再加温開始後に、出葉速度が促進される傾向が認められた。休眠の指標である葉柄長も同様に、再加温開始後、局所+3月再と局所+4月再の再加温開始後で、葉柄長の伸長が促進される傾向が認められた。収穫期間は、開花日が3月17日であった無加温では5月12日～8月22日に対して、開花日が2月28日であった局所+3月再および局所+4月再で5月2日～8月22日と長かった。無加温と両再加温時期で、果実数、果実重および収量で明瞭な増収効果は認められず、規格別収量から、いずれの区とも、10～14.9gと15g以上の比較的大きな果実の割合が低かった。その理由として、低温遭遇量が不十分であったことが考えられたので、1000時間程度の低温遭遇量を確保して、再局所加温時期の影響を検討する必要がある。また、イチゴは、低温遭遇中にも、地上部の葉、地下部には根が僅かながらも成長していることから、イチゴの休眠制御には、イチゴの部位別の低温遭遇量の影響を明らかにする必要がある。

キーワード：低温遭遇量, 休眠, 異常花, 葉柄長

秋田県の主要な産地は、鹿角市や湯沢市であり、寒冷地向け半促成栽培（別名：低温カット栽培）と露地栽培が主な作型である（高橋ら, 2014）。

秋田県の産地で主に栽培されている‘はるみ’には、早期に開花する花で雄ずい発育不全（以下、異常花）の発生が認められる。異常花は花糸が短く、葯や花粉の発育が不完全であるため自家受粉が困難で、奇形果になりやすい。予備試験の結果、雄ずい雌ずい形成前期から後期の間に5℃以下の低温に遭遇すると異常花が発生することが示唆され、5℃以下の低温遭遇を回避するため、クラウン部に電熱線を設置し（第1図）、15℃の局所加温を2月より実施することで、異常花の発生を抑制できることを報告

した（本間, 2013）。また、本栽培法では、5℃以下の低温遭遇量を休眠が完全に打破しない半休眠状態に制御することが重要であるが、これまでの低温遭遇量の制御は、無加温ビニルハウスに設置した内張りトンネルを利用して低温量を制御したが、それらの開閉作業は煩雑であり、冬季の低温に遭遇させる成り行きの管理ため、厳寒の年や地域によっては、過度に低温遭遇し、休眠が完全に打破する課題がある。それらの課題に対して、局所加温に利用する電熱線は、9月の定植時期に設置するため、11～12月にも15℃程度で局所加温でき、株の養成と花芽分化を促進できる。その後は、冬季の低温で、適切な低温遭遇量を確保後は、さらに、2～3月頃に再局所

加温して異常花の抑制と収穫の前進化を計ることができる。そこで、著者らは、本栽培法を、局所加温を活用した半促成栽培（仮称：新低温カット栽培）とし、その確立を目指している。これまでの成果として、11～12月の局所加温と翌年の再加温でイチゴの生育が促進され、花芽分化が促進された結果、無加温の対照と比較して開花数および果実数は増加した（宇佐美，2014；篠原，2015；中田，2016；川代，2017）。また、11～12月の局所加温の温度を15℃より17℃で増収効果は高まったが、2016年度の成果では、加温温度20℃の優位性は示せなかった。その理由として、低温遭遇量を考慮してその年の天候により、2月から遅らせた再加温開始時期が影響している可能性が示唆された。

そこで、本研究では、11～12月までの局所加温の温度を17℃より高い25℃という設定で、3月または4月の再加温の時期が及ぼす影響を検討した。



第1図. イチゴの局所加温の様子

材料および方法

材料 本学育成の一季成り性品種‘はるみ’を供試した。

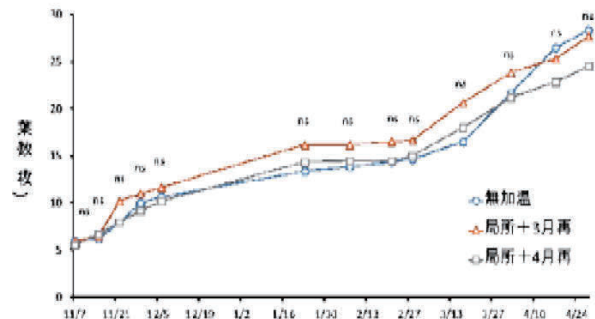
方法 2016年8月8日に親株からランナー子株を土またはロックウールを充填した10.5cm径ポリポットで採苗し、育苗後の2016年10月4日に、無加温ビニルハウスに株間25cmの2条植えて定植をした。定植後は大塚A処方ではECを0.9～1.0dS/mで灌水した。局所加温区の苗は定植時に電熱線（100V×500w×40m）を1株あたり1本のゴムスビー（サカタのタネ）を用いて固定した。処理区は、無加温の対照区（無加温）、局所加温25℃+3月再加温15℃（局

所+3月再）および局所加温25℃+4月再加温15℃（局所+4月再）の計3区を設けた。局所加温は、2016年10月25日から12月20日まで25℃で加温し、2017年3月1日または4月1日より15℃で再加温した。加温は、設定した温度以下になると、加温されるようにサーモスタットを用いて設定した。サーモスタットのセンサーの位置はクラウンと電熱線の接する位置から180度反対側に設定した。

調査株は各試験区12株（4株×3箇所）を用いて、調査内容は生育調査、収量調査を行った。生育調査は葉数、葉柄長、クラウン径（縦横）、低温遭遇量を調査し、5℃以下の低温遭遇量をクラウンにサーモレコーダー（「おんどとり Jr」）を用いて30分間隔で測定し算出した

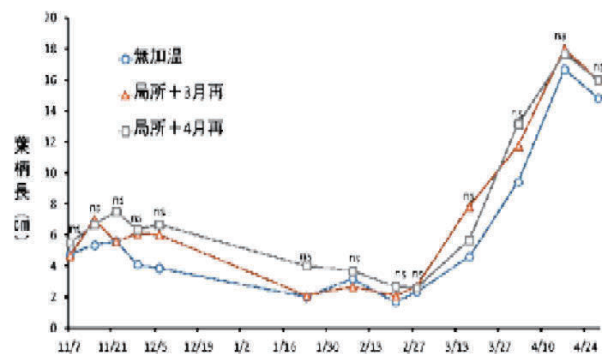
結果

生育調査は2016年11月7日から2017年4月28日まで行った。いずれの処理区でも、葉数は、局所+3月再と局所+4月再で、有意差は認められないが、再加温開始後に、出葉速度が促進される傾向が認め



第2図. 再加温時期が葉数に及ぼす影響

Tukeyの多重検定により、異なる文字間では、5%水準で有意差有り。

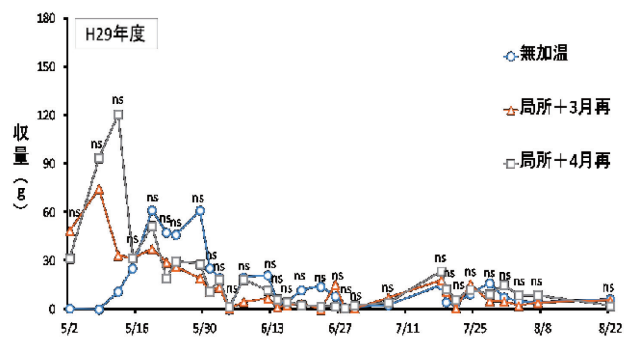


第3図. 再加温時期が葉柄長に及ぼす影響

Tukeyの多重検定により、異なる文字間では、5%水準で有意差有り。

られた(第2図). 休眠の指標である葉柄長も同様に, 再加温開始後, 局所+3月再と局所+4月再の再加温開始後で, 葉柄長の伸長が促進される傾向が認められた(第3図).

収穫期間は, 開花日が3月17日であった無加温では5月12日~8月22日に対して, 開花日が2月28日であった局所+3月再および局所+4月再で5月2日~8月22日と長かった(第4図). 収穫期間を平成28年度と比較すると, 平成28年度は5月上旬から7月中旬であったのに対し, 平成29年度は5月上旬から8月下旬まで延長することができた(データ省略). しかし, 本作型では, 一般に収穫のピークが2回認められるが, いずれの処理区でも, 収穫のピークは1回しか認められなかった. 果実数は, 無加温, 局所+3月再および局所+3月再で, それぞれ, 52.5, 54.4および64.9gと同程度であった(第1表). 果実重も, 無加温, 局所+3月再および局所+4月再で, それぞれ, 8.9, 7.9および7.6gと同程度であった. その結果, 1株当たり収量は, 無加温, 局所+3月再および局所+4月再で, それぞれ, 461.4, 421.8および497.3gと局所加温による効果は不明瞭であった. 果実の規格別収量で比較した場合, 無加温で, 10~



第4図. 再加温時期が時期別収量に及ぼす影響
Tukeyの多重検定により, 異なる文字間では, 5%水準で有意差有り.

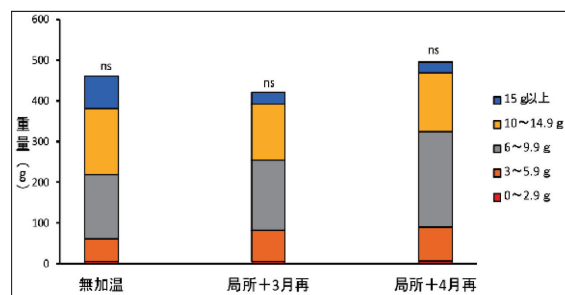
第1表. 再加温時期がイチゴの株当たり収量に及ぼす影響

処理区	果実数 (個/株)	果実重 (g/個)	収量 (g/株)
無加温	52.5 a	8.9 a	461.4 a
局所+3月再	54.4 a	7.9 a	421.8 a
局所+4月再	64.9 a	7.6 a	497.3 a

Tukeyの多重検定により, 異なる文字間では, 5%水準で有意差有り.

14.9gと15g以上の果実がほぼ50%程度であったのに対して, 局所+3月再および局所+4月再のそれらの割合は, 36~40%程度と低く, 両処理区とも果実が小玉化傾向であった(第5図).

5℃以下の低温遭遇量を算出した結果, 例年1000時間程度の低温遭遇量であったが, 平成28と29年度の無加温と比較すると, 平成28年度の1013.5時間に対し, 平成29年度は723時間と少なく, いずれの再加温処理区でも同様に, 不十分な低温遭遇量であった(第2表).



第5図. 再加温時期が規格別収量に及ぼす影響
Tukeyの多重検定により, 異なる文字間では, 5%水準で有意差有り.

第2表. 5℃以下の低温遭遇量 (hr).

処理区	低温遭遇量 (hr)
無加温	723
局所+3月再	666
局所+4月再	832
H28年度 無加温	1013.5

考察

本来, 秋田県のような寒冷地では, 冬季の日射量不足と加温による暖房コストから, 温暖地で多いイチゴの超促成栽培(11月から5月頃まで収穫)の実施は困難であった. しかし, 冷涼な気候を好むイチゴを, 寒冷地向け半促成栽培(5~7月頃まで収穫, 低温カット栽培)することで, 超促成栽培で収穫後半となる5月以降から収穫を開始することで, イチゴの端境期に近くから出荷できる, 有利性が示せるものと期待している. しかし, 低温カット栽培は, 無加温ビニルハウスで, 内張とトンネルの開閉により低温遭遇量を調節して栽培するため, 管理作業が繁

雑で、低温遭遇量が成り行きによるため、極寒な年や地域では、低温遭遇量が適切な範囲を超える課題がある。近年、イチゴのクラウンのみを温度制御する局所加温または局所冷房の技術が開発されたことにより、暖房コストを抑制して秋田県でも栽培できる可能性が示された。そこで、著者らは、秋田県のような寒冷地で有利性のあるイチゴの栽培技術の開発を目指し、局所加温を活用した寒冷地向け半促成栽培（仮称：新低温カット栽培）に取り組んでいる。本栽培では、イチゴのクラウン部に設置した電熱線により局所加温によって、草勢の維持と花芽分化の促進と厳寒な年でも加温により厳密な低温制御が容易にできる。

クラウン部のみの局所加温によって増収傾向が認められる場合（篠原，2015）と認められない場合（川代，2017）があり、その違いを確認することも含め、本研究では、無加温と再加温時期を3と4月で実施した結果、果実数、果実重および収量で明瞭な増収効果は認められず、規格別収量から、10～14.9gと15g以上の比較的大きな果実の割合が低かった。その理由として、今年度の低温遭遇量が不十分であったことに起因して、無加温でも果実数が増加して、局所加温との違いが不明瞭になったこと、草勢が矮化し、樹勢が低かったため、収穫期間は5～8月と例年より長期間となったが、1回目の収穫のピークに見合う葉数が確保できず、着果負多となり、2回目の花芽の成長が途中で座死した可能性が考えられた。今後は、1,000時間程度の低温遭遇量を確保して、再加温の影響を検討する必要がある。

イチゴは、野菜の中でも比較的コンパクトな草姿であるため、局所加温に適している作物と考えられる。実際、イチゴの局所加温の利用は多い（壇ら，2005；前田・野田，2014）。イチゴの低温遭遇量は、これまで、気温で算出してきたが、本研究では、クラウンにセンサーを挿入して算出している。気温と比較するとクラウン部の方が、温度は高く推移する傾向があり、これまでの低温遭遇量と単純には比較できないが、もともと低温遭遇量については、不明瞭な部分が多く、同じ品種でも値が異なることが報告されている（施山，2010）。今後の検討も必要であるが、これまでの成果から、クラウン部のみの温度

制御で低温遭遇量が制御できる可能性が示唆された。ただし、イチゴは、低温遭遇中にも、地上部の葉、地下部の根は僅かなら成長しているため、これらの相互作用によりイチゴの休眠が制御されている可能性がある。今後は、イチゴの部位別の低温遭遇の影響を明らかにする必要がある。

引用文献

- 壇和弘, 大和陽一, 曾根一純, 沖村誠, 松尾征徳 (2005). 「イチゴのクラウン部局所温度制御が連続出蓄性に及ぼす影響」『園芸学会雑誌』74(別2): 170.
- 川代夏実 (2016). 「局所加温を活用した寒冷地向け半促成栽培（イチゴの新低温カット栽培）の確立に関する研究」秋田県立大学卒業論文.
- 本間早紀 (2013). 「寒冷地におけるイチゴの安定生産に関する研究—イチゴの半促成栽培および露地栽培における雄ずい発育不全花抑制に関する研究—」秋田県立大学卒業論文.
- 前田衛・野田和也 (2014). 「イチゴの未分化苗定植における局所温度制御技術」『長崎農技開セ研報』51: 31-47.
- 中田将之 (2016). 「イチゴの局所加温を利用した新低温カット栽培に関する研究」秋田県立大学卒業論文.
- 施山紀男 (2010). 『日本のイチゴ—生理生態的特性と作型・栽培技術—』養賢堂. 東京. pp.
- 篠原絵里 (2015). 「寒冷地向けイチゴの半促成栽培（低温カット栽培）に関する研究—局所加温を利用した新低温カット栽培に関する研究—」秋田県立大学卒業論文.
- 高橋春實・吉田康徳・神田啓臣・古屋廣光・松本勤・高井隆次 (2014). 「寒冷地に適したイチゴの耐病性品種の育成と産地への貢献」『秋田県立大学ウェブジャーナル A/2013. 1:144-150. 部門』4: 186-192.
- 宇佐美早紀 (2014). 「寒冷地におけるイチゴの安定生産に関する研究—新低温カット栽培の確立に関する研究—」秋田県立大学卒業論文.

〔 平成 30 年 6 月 30 日 受付
平成 30 年 7 月 10 日 受理 〕

Effect of spot-heating on the growth of strawberries under semi-forcing conditions in a cold region

Yasunori Yoshida¹, Minami Asakura¹, Hiroomi Kanda¹, Hiroyuki Imanishi¹ and Harumi Takahashi²

¹ *Department of Agribusiness, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

² *Center of Field Science, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

The authors have been developing a strawberry cultivation technique under semi-forcing conditions using spot-heating. This method is advantageous for cold regions such as Akita prefecture. After effecting the spot-heating for one year, the researchers examined the effects on the growth of strawberries of the timing of a repeated spot-heating in the following year. Results obtained from the growth investigation revealed that the plants produced the same number of leaves, although the leaf emergence rate tended to increase in plants after the second spot-heating. The length of petiole, which was an index to the degree of dormancy, was inclined to increase in plants after the repeated spot-heating. For plants that were flowering on February 28 and that could be harvested between May 2 and August 22 after they underwent the second spot-heating in March and April, the period of harvest was longer than the control group of plants that were flowering on 17th March and could be harvested between 12th May and 22nd August. There was no difference in the number of fruits per plant, the weight of the fruits, and the total yield. The reason for the lack of difference could be the insufficient chilling exposure for this cultivation. Hence, the effects of repeated spot-heating for this cultivation should be conducted under sufficient chilling exposure (the duration of exposure under 5°C was about 1,000 hours). In addition, the leaves and roots of strawberry were growing a little under the chilling exposure and would have been influenced by a dormancy physiology. Hence, future investigations should examine the effects of chilling individual parts for the control of dormancy of strawberry.

Keywords: amount of chilling exposure, dormancy, abnormal flower, length of petiole