

高設栽培におけるクラウン部局部加温の温度がイチゴの生育および収量に及ぼす影響

佐藤公洋*・北島伸之¹⁾

促成イチゴの高設栽培において、電熱線をクラウン部に接触させて行うクラウン部局部加温が生育および収量に及ぼす影響について検討した。最低気温8℃のハウスにおいて、局部加温によって草高が高く、葉柄長が長く、葉幅が広くなり、出葉速度および腋果房開花日が早くなった。局部加温による生育促進効果は21℃以上の加温温度で認められ、加温温度が高いほど効果は高かった。また、品種別に比較すると、「とよのか」は「あまおう」より局部加温による生育促進効果が高いと考えられた。しかし、25℃の加温温度で局部加温すると、「あまおう」では商品果の1果重が減少し、「とよのか」では果数が減少した。以上のことから、クラウン部局部加温は、促成イチゴの生育促進に効果があり、その加温温度は21℃が適すると考えられた。

[キーワード：イチゴ，高設栽培，局部加温，生育促進，出葉速度]

Local Heating Temperature Effects on the Growth and Yield of Strawberries in High-Bench Culture. SATO Kimihiro and Nobuyuki KITAJIMA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikusino, Fukuoka, 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 29 : 27-32 (2010)

For forcing culture of strawberries planted on high benches, local heating effects on growth and yield were examined. We heated crowns using an electrically heated wire touched to a crown. Because of local heating, plants became taller, leaf stalks lengthened, leaf width widened, the flowering date of axillary flower clusters was earlier, and leaf appearance was accelerated in a greenhouse where the lowest temperature was 8° C. Regarding the local heating temperature, growth promotion effects were significant for temperatures higher than 21° C. Furthermore, higher temperatures produced more significant growth-promotion effects. Growth promotion by local heating was more effective in "Toyonoka" than "Amaou" varieties. However, the "Amaou" fruit weight and the "Toyonoka" fruit number were lower at 25° C. These results show that local heating of the crown is effective for growth promotion and that 21° C might be a suitable heating temperature for use in forcing culture of strawberries.

[Keywords: strawberry, high-bench culture, local heating, growth promotion, leaf appearance rate]

緒 言

促成イチゴ栽培において、高設栽培は管理作業や収穫作業の軽作業化を目的として開発され、普及が進んでいる。高設栽培は、栽培槽が空中に設置されているため培地温度が低下しやすく、土耕栽培に比べて生育遅延や収量低下が起りやすい。そのため、高設栽培では土耕栽培よりもハウス内の最低気温を高く設定する栽培管理が一般的である。しかし、イチゴは植物体が小さく、ハウス全体の加温では燃料の利用効率が悪いと考えられ、加温コスト低減のためにも、より効率的な加温方法が求められている。

これまでに効率的な加温方法として、培地加温が研究されており、生育促進や収量増に対して一定の効果が報告されている。しかし、松崎 (1998) はイチゴピート栽培システム「らくちん」において、15℃以上の培地加温は平均果重が小さくなり増収効果は認められないことを、竹内・塚本 (1999) は、発泡スチロール製の栽培槽を用いたロックウール養液栽培において、17℃以上の培地加温は果重や果数に差が認められないことを報告している。このように、高設栽培の培地加

温では、栽培槽の種類や加温方法、熱源および温度センサーの設置位置によって、その加温効果に差が生じるため、より効果の安定した加温技術の確立が必要である。一方、曾根ら (2005) は冷水を流した被覆銅管を四季成性イチゴのクラウン部に接触させて局部冷却を行い、夏秋期における連続開花性の向上や夏期の花芽分化安定に効果があることを報告している。この局部温度制御は、生長点を含むクラウン部を直接加温または冷却するため、クラウン部の温度制御が容易で、安定した効果が得られると考えられる。また、壇ら (2005) は電熱線を用いたクラウン部局部加温を10月から1月まで行い、第一次腋果房の内葉数が増加し、出蕾は遅いが出葉速度は速くなる傾向があることを報告している。しかし、促成イチゴにおいて、クラウン部局部加温の作期を通した効果、品種間差および加温温度の影響については検討されていない。そこで、本研究では、促成イチゴの局部加温について、加温温度および品種が生育および収量に及ぼす影響を検討した。

*連絡責任者

(野菜栽培部：k-sato@farc.pref.fukuoka.jp)

1) 現 福岡県農林水産部経営技術支援課

材料および方法

1 耕種概要

試験は、福岡県農業総合試験場内に設置した間口7m、長さ24mの単棟ハウスに、高さ110cmで高設栽培槽を設置して2005年および2006年に実施した。供試品種は「福岡S6号（以下商標登録名「あまおう」とする）」および「とよのか」を用いた。高設栽培にはプラスチック製栽培槽（PSK-3000、矢崎化工株式会社製）と培養土（容積比；ピートモス：赤玉土：ポラ土：ヤシガラピート：バーク：くん炭＝45：10：15：15：10：5）を使用した。育苗容器は9cm黒ポリポットを使用し、5月30日～6月10日に鉢受け、6月10日～30日に切り離れた苗を供試した。作型は普通促成作型で、定植日は2005年度が両品種とも9月22日、2006年度が「あまおう」は9月21日、「とよのか」が9月20日とし、栽植様式は株間20cmの2条外成りとした。施肥は、基肥は施用せず、点滴チューブ（T-Tape、バイオニアハイブレッドジャパン株式会社製）を用いたかん水同時施肥とした。液肥はOK-F-1（N-P₂O₅-K₂O＝15-8-17）を使用し、施用濃度は2005年度は全期間2000倍、2006年度は定植～10月31日までは3000倍、11月1日以降は2000倍とした。マルチングは、透明ビニルを使用し、2005年度が10月20日、2006年度が10月26日に行い、天井ビニルは2005年度が10月24日、2006年度が10月25日に被覆した。ハウス内の温度は、最低気温が8℃以下にならないように温風暖房機で加温し、電照は11月15日から草勢に応じて日長延長方式で、1日に2～6時間点灯して管理した。芽数は、2005年度が第一次～第二次腋芽を、2006年度が第一次腋芽を1芽に整理し、果数は頂果房を7果に摘果した。

2 試験区の構成

局部加温温度は2005年度が15℃、18℃、21℃および局部加温無（以下加温無とする）、2006年度が21℃、25℃および加温無とし、試験は1区12株の2反復で行った。局部加温は、電熱線（単相100V、250Wまたは500W、31mまたは62m、日本ノーデン株式会社製）

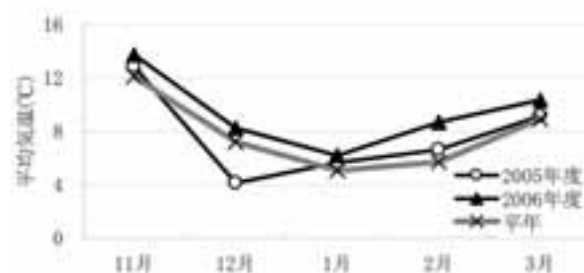


第1図 電熱線および温度センサーの設置状況

をクラウンに接触させ、引掛け付き輪ゴム（YSバンド、株式会社サカタのタネ製）で固定して行った。温度制御は農電電子サーモ（ND-610または620、日本ノーデン株式会社製）を使用し、その温度センサーをクラウンおよび電熱線に接触させて行った（第1図）。局部加温期間は2005年度が11月15日～3月1日、2006年度が11月1日～2月10日とし、両年とも終日温度制御を行った。

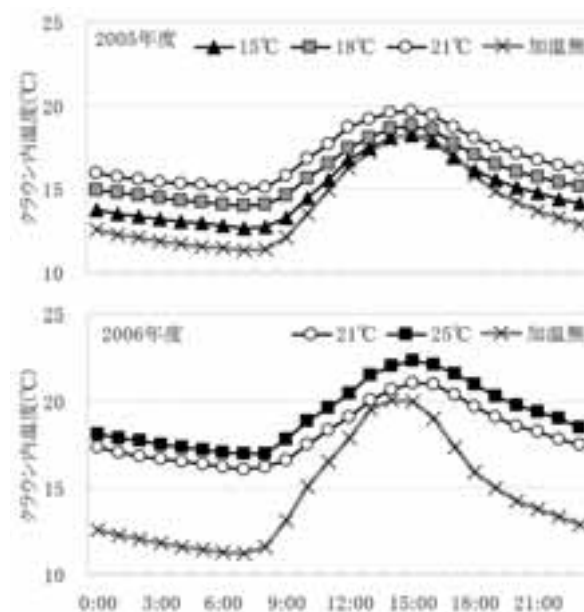
3 調査方法

クラウン内温度は、サーモレコーダー（おんどとりJr（TR-52）、株式会社ティアンドディ製）を用い、センサーを「あまおう」のクラウンに5mm程度差し込んで測定した。生育調査として葉柄長、葉幅、草高、第一次および第二次腋果房の開花日、頂果房と第一次腋果房間および第一次と第二次腋果房間の葉数（以下「果房間葉数」とする）を測定した。出葉速度は各月ごとに新生第1葉にラベルして出葉した葉数を測定し、調査期間の日数を葉数で除して算出した。収穫は週に2～3回、5月31日までに行い、1果6g以下の果実および奇形果を除いた果実を商品果として調査した。瘦



第2図 局部加温期間の平均気温

1) 気象データはアメダス太宰府観測値を使用



第3図 局部加温温度とクラウン内温度

- 2005年度は1/6～1/20まで、2006年度は12/20～1/6までの平均温度
- クラウン内温度は「あまおう」を測定

果数は、第一次腋果房の第1果を調査した。

結 果

1 気象状況

2005年度と2006年度の11月～3月における月別平均気温を第2図に示した。2005年度は11月および1月以降はほぼ平年並みであったが、12月が平年より3.1℃低く、12月の低温が特徴的な年であった。2006年度の平均気温は全ての月で平年より1.0～3.0℃高く、暖冬の年であった。

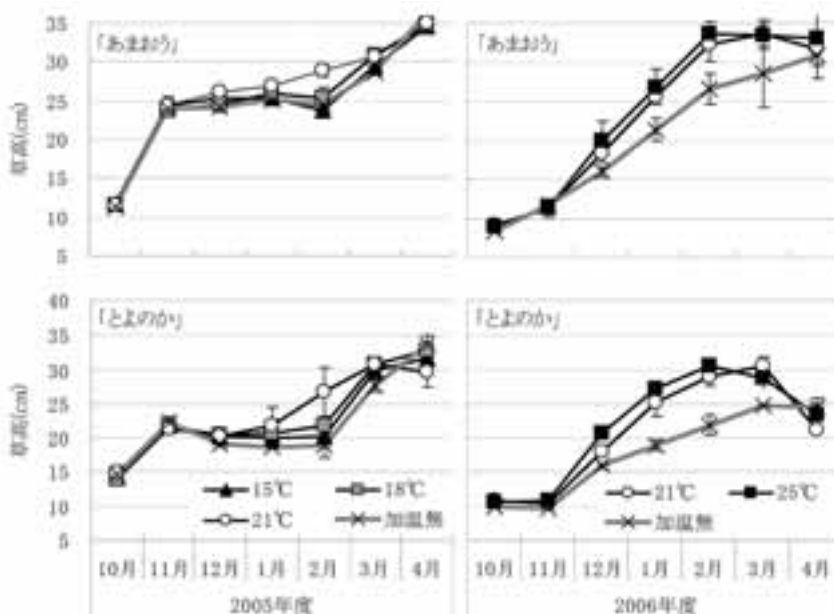
2 クラウン内温度

第3図に局部加温温度によるクラウン内温度を示した。2005年度におけるクラウン内の日平均温度は、加温無の14.0℃に対し、15℃加温は14.9℃、18℃加温は

15.9℃、21℃加温は16.9℃で、それぞれ、0.9℃、1.9℃、2.9℃高かった。2006年度も同様で、加温無の14.6℃に対し、21℃加温は18.1℃、25℃加温は19.2℃で、それぞれ3.6℃、4.7℃高かった。また、一日のクラウン内温度推移をみると、加温無と各局部加温区間の温度差は両年とも7～8時に最大となり、加温無と比較して、15℃加温は1.4℃、18℃加温は2.7℃、21℃加温は2005年度が3.8℃、2006年度が4.9℃、25℃加温は5.8℃高かった。

3 局部加温温度および品種別の生育

局部加温温度および品種別の草高の推移を第4図に示した。2005年度の草高は、「あまおう」が2月に、「とよのか」が1月から3月にかけて、21℃加温が加温無より高く推移した。2006年度の草高は、両品種と



第4図 局部加温温度および品種別の草高の推移

1) エラーバーは標準誤差を示す

第1表 局部加温温度および品種別の葉柄長および葉幅

試験年度	加温温度	あまおう		とよのか	
		葉柄長 ¹⁾ (cm)	葉幅 (cm)	葉柄長 (cm)	葉幅 (cm)
2005年	15℃	6.6 c ²⁾	4.1	5.6 b	3.7 b
	18℃	9.2 b	4.5	9.2 ab	4.6 ab
	21℃	12.2 a	5.1	12.9 a	5.4 a
	加温無	8.1 bc	4.3	4.8 b	3.7 b
分散分析		** ³⁾	ns	**	**
2006年	21℃	14.1	6.5	14.2 ab	6.2
	25℃	13.1	6.5	16.5 a	6.7
	加温無	11.0	5.9	10.5 b	6.6
分散分析		ns	ns	*	ns

- 1) 葉柄長および葉幅は展開第1葉を2005年度が1月17日、2006年度が2月16日に調査
- 2) 同列の異なる英小文字間には、Tukey法により5%水準で有意差有り(以下表も同様)
- 3) 分散分析により**、*はそれぞれ1%、5%水準で有意差有り(以下表も同様)

もに12月から3月にかけて、21℃加温および25℃加温が加温無より高く推移した。局部加温温度および品種別の葉柄長、葉幅を第1表に示した。「あまおう」では、2005年度の葉柄長のみ21℃加温が加温無より長かったが、それ以外は差がなかった。「とよのか」では、2005年度は21℃加温が加温無より葉柄長が長く、葉幅が広がった。2006年度は25℃加温が加温無より葉柄長が長かった。

2005年度の局部加温温度および品種別の腋果房の開花日、果房間葉数および出葉速度を第2表に示した。腋果房の開花日は、「あまおう」では第一次腋果房が1月30日～2月7日、第二次腋果房が2月20日～2月26日で、ともに試験区間に差は認められなかった。「とよのか」では、第一次腋果房は加温無の1月19日に対して21℃加温が12月30日で20日早く、第二次腋果房は加温無の2月24日に対して18℃加温が2月17日で7日、21℃加温が2月13日で11日早かった。果房間葉数は、第一次腋果房が「あまおう」は7.3～7.7枚、「とよのか」は6.9～7.6枚、第二次腋果房が「あまおう」は3.7～5.0枚、「とよのか」は3.3～4.0枚でいずれも差が認められなかった。出葉速度は、「あまおう」では12.8～16.4日/枚で試験区間に差は認められなかった。「とよのか」では加温無の15.3日/枚に対し15℃、18℃、21℃加温はそれぞれ13.8、10.6、9.9日/枚で、18℃と21℃加温は加温無よりも早かった。

2006年度の局部加温温度および品種別の腋果房の開花日、果房間葉数および出葉速度を第3表に示した。第一次腋果房の開花日は、「あまおう」が12月13日～28日、「とよのか」が12月2日～9日で、両品種とも

試験区間に差は認められなかった。第二次腋果房の開花日は「あまおう」では加温無の2月11日に対して25℃加温が2月1日で10日早く、「とよのか」では加温無の2月3日に対して21℃加温が1月20日で14日、25℃加温が1月19日で15日早かった。果房間葉数は、2005年度同様に、第一次、第二次腋果房ともに両品種とも差が認められなかった。出葉速度は、「あまおう」では13.0～14.1日/枚で試験区間に差は認められなかった。「とよのか」では加温無の12.1日/枚に対し、21℃および25℃加温は9.8～9.9日/枚で2.2～2.3日/枚早かった。

4 局部加温温度および品種別の収量性

2005年度、2006年度の加温温度および品種別の時期別商品果収量、果数および1果重を第4表、第5表に示し、2006年度は商品果の瘦果数と瘦果当たり果重もあわせて示した。2005年度は、いずれの調査項目についても、両品種とも試験区間に差は認められなかった。2006年度は、「あまおう」では合計の1果重が加温無の20.5gに対し25℃加温では18.0g、瘦果当たりの果重が加温無の0.083gに対して25℃加温が0.071gと軽かったが、時期別商品果収量、果数および瘦果数は試験区間に差は認められなかった。「とよのか」では、3～5月の商品果収量および果数が21℃加温の2,726kg/10a、23.7果/株に対して25℃加温では2,209kg/10a、20.0果/株と少なく、合計の商品果収量は21℃加温の4,485kg/10aに対して25℃加温は3,872kg/10aと少ない傾向が認められた。

第2表 局部加温温度および品種別の腋果房の開花日、果房間葉数と出葉速度 (2005年)

品種	加温温度	開花日		果房間葉数		出葉速度 ¹⁾ (日/枚)
		第一次 腋果房	第二次 腋果房	頂果～ 第一次	第一～ 第二次	
あまおう	15℃	2/6	2/23	7.6	4.5	16.4
	18℃	2/4	2/24	7.3	3.9	14.0
	21℃	1/30	2/20	7.3	3.7	12.8
	加温無	2/7	2/26	7.7	5.0	13.7
分散分析		ns	ns	ns	ns	ns
とよのか	15℃	1/13 ab	2/19 ab	7.2	3.5	13.8 ab
	18℃	1/13 ab	2/17 b	7.2	3.3	10.6 b
	21℃	12/30 b	2/13 b	6.9	3.3	9.9 b
	加温無	1/19 a	2/24 a	7.6	4.0	15.3 a
分散分析		*	**	ns	ns	*

第3表 局部加温温度および品種別の腋果房の開花日、果房間葉数と出葉速度 (2006年)

品種	加温温度	開花日		果房間葉数		出葉速度 (日/枚)
		第一次 腋果房	第二次 腋果房	頂果～ 第一次	第一～ 第二次	
あまおう	21℃	12/27	2/4 ab	3.4	3.8	13.2
	25℃	12/13	2/1 b	2.9	3.8	13.0
	加温無	12/28	2/11 a	3.4	4.4	14.1
分散分析		ns	*	ns	ns	ns
とよのか	21℃	12/6	1/20 b	3.2	3.3	9.9 b
	25℃	12/2	1/19 b	3.0	3.4	9.8 b
	加温無	12/9	2/3 a	3.2	3.3	12.1 a
分散分析		ns	*	ns	ns	**

第4表 局加温温度および品種別の時期別商品果収量、果数および1果重（2005年）

品種	加温温度	時期別商品果収量(kg/10a)			果数 (個/株)	1果重 (g)
		12~2月	3~5月	合計		
あまおう	15℃	1,558	1,918	3,476	19.9	20.9
	18℃	1,671	1,798	3,468	20.9	20.0
	21℃	1,634	2,118	3,752	21.8	20.7
	加温無	1,754	1,755	3,509	19.5	21.6
分散分析		ns	ns	ns	ns	ns
とよのか	15℃	1,429	2,083	3,512	28.1	15.0
	18℃	1,548	2,157	3,705	30.7	14.9
	21℃	1,840	2,095	3,935	31.0	15.2
	加温無	1,435	2,188	3,623	29.2	14.9
分散分析		ns	ns	ns	ns	ns

第5表 局加温温度および品種別の時期別商品果収量、果数、1果重および瘦果数（2006年）

品種	加温温度	商品果収量(kg/10a)			果数(個/株)		1果重(g)		瘦果数 ¹⁾ (個/果)	瘦果当たり 果重(g/個)
		12~2月	3~5月	合計	3~5月	合計	3~5月	合計		
あまおう	21℃	1,348	2,630	3,978	17.8	25.3	16.5	18.9 ab	398	0.078 ab
	25℃	1,266	2,300	3,565	16.6	23.8	15.8	18.0 b	396	0.071 b
	加温無	1,434	2,550	3,984	15.8	23.3	18.8	20.5 a	425	0.083 a
分散分析		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
とよのか	21℃	1,759	2,726 a	4,485 A ²⁾	23.7 a	37.9	12.8	14.5	321	0.066
	25℃	1,663	2,209 b	3,872 B	20.0 b	34.6	12.4	13.4	318	0.071
	加温無	1,674	2,641 ab	4,315 AB	22.5 ab	36.8	13.9	14.2	337	0.076
分散分析		ns	*	† ³⁾	*	ns	ns	ns	ns	ns

1) 瘦果数および瘦果当たり果重は第1腋果房の第1果を調査

2) 異なる英大文字間には、Tukey法により10%水準で有意差あり

3) 分散分析により、†は10%水準で有意差有り

考 察

イチゴの促成栽培では、生育促進および収量増大を目的としてハウス全体の最低気温を5℃程度に高める加温が行われている。さらに、高設栽培では土耕栽培より培地温度が下がりやすいため、最低気温を2~3℃高める温度管理が指導されている。佐藤・平岡(1971)は「福羽」の土耕栽培において、地・気温加温の影響を比較し、生育・収量ともに地温加温が優れていたと報告し、ハウス全体を温める気温加温よりも植物体付近を局部的に温める地中加温の重要性を指摘している。一方、高設栽培においても局所的な加温方法として高設栽培では培地加温が検討されているが、栽培槽の種類や熱源および温度センサーの位置などによって加温効果に差が生じている。また、中島(1999)は、高設栽培における培地加温は品種によって必要性が異なり、その設定温度は12~15℃が目安であるとしている。そこで、本研究では、培地加温よりも安定した効果が得られると考えられる新たな加温方法として、植物体を直接暖めるクラウン部の局加温について加温温度および品種による効果の差を検討した。

本試験の結果では、「あまおう」では21℃から草高などについて、「とよのか」では18℃から出葉速度などについて生育促進効果が認められ、21℃以上の局加温によって、2年間ともに「あまおう」および「とよのか」の草高が高く、「とよのか」の第二次腋果房

の開花日および出葉速度が速くなった。また、局加温による生育促進効果が認められた調査項目数は、全8項目のうち、「とよのか」では2005年度が18℃で2項目、21℃で6項目、2006年度が21℃で3項目、25℃で4項目であり、「あまおう」では2005年度が21℃で2項目、2006年度が21℃で1項目、25℃で2項目であった。

加温温度について比較すると、局加温の効果は「とよのか」では18℃から、「あまおう」では21℃から認められ、本試験を実施した2年間において、両品種ともに効果が認められた加温温度は21℃であった。このことから、促成イチゴにおいて、生育促進効果が安定して認められる局加温温度は21℃以上であると考えられた。また、両品種ともに局加温温度が高いほど生育促進効果のある調査項目が増加したことから、局加温温度は高いほど生育促進効果が高いと考えられた。

品種別に局加温の効果を見ると、21℃の局加温によって、「あまおう」では1~2項目で効果が認められたのに対し、「とよのか」では3~6項目で効果が認められた。さらに、効果が認められる局加温の温度は、「あまおう」の21℃に対し「とよのか」は18℃と低かった。このように、「とよのか」では多くの調査項目において促進効果が認められ、効果の認められる温度域が低いことから、局加温の効果は品種によって異なり、「とよのか」は「あまおう」よりも局加温による生育促進効果が高いと考えられた。

重野ら (2001) によると、土耕栽培では地中加温によって腋果房の果数および果重の増加が認められている。しかし、本試験において、15~21℃で局部加温した2005年度は、品種に関係なく商品果収量、果数および1果重について試験区間に差は認められず、21、25℃で局部加温した2006年度では、「あまおう」は25℃の局部加温によって合計の1果重が加温無よりも小さかった。そこで、果実肥大への影響を検討するため第一次腋果房の第1果について瘦果数および瘦果あたりの果重を調査した。その結果、瘦果数は試験区間に差は認められないが、瘦果あたりの果重は25℃加温によって加温無よりも有意に小さかった。果実肥大に関して、植松 (1998) は、イチゴの果実は気温が高いほど小さくなり、その原因は、高温による呼吸消耗の増加と成熟期間の短縮にあるとしている。本試験ではクラウン部を局部的に加温しており、果実は加温されていないため、局部加温が果実の成熟日数に及ぼす影響は小さいものと考えられる。一方、局部加温は生育促進に効果があることから、イチゴの呼吸消耗は局部加温によって増加すると考えられ、呼吸消耗の増加によって、果実への同化産物の流入量が減少し、果実が小さくなるものと推察された。このことから、25℃で局部加温を行った場合、「あまおう」では呼吸消耗の増加によって商品果の1果重が小さくなったものと考えられた。「とよのか」では2006年度において、25℃加温は21℃加温よりも3~5月の果数および商品果収量が少なく、合計の商品果収量も少ない傾向が認められたが、1果重や瘦果あたりの果重は試験区間に差が認められなかった。これは、品種特性として果数型品種である「とよのか」は果重型品種である「あまおう」よりも果数が多く、局部加温が1果重に及ぼす影響は「とよのか」では「あまおう」より小さいためと考えられ、「とよのか」では25℃で局部加温を行った場合、1果重には影響なく、呼吸消耗の増加による果数の減少によって商品果収量が減少すると考えられた。

以上のことから、促成イチゴのクラウン部局部加温において、その生育促進効果は21℃以上の加温温度で認められ、加温温度が高いほど効果が高いが、25℃の加温温度では1果重または果数が減少することが明らかとなり、局部加温温度は21℃が適すると考えられた。さらに、局部加温が生育および収量性に及ぼす影響は品種によって異なると考えられた。一方、筆者ら (2005) は気温が氷点下を下回る雨よけハウスで親株の局部加温を行い、「あまおう」および「とよのか」において生育促進効果があることを報告している。本試験の結果でも、平年より低温であった2005年度は、暖冬であった2006年度よりも多くの調査項目で生育促進効果が認められた。このことから、局部加温はクラウンを直接加温するため、極めて小範囲の加温によって効果が得られ、本試験の8℃よりも低温条件下にお

いても生育促進効果が高い加温技術であると考えられる。今後の促成イチゴ生産では、重油価格高騰による生産費増大を抑制するため、ハウス内温度を低下させるなど、経費を削減することが求められる。局部加温は、ハウス内温度を低下させても生育が遅延することなく同等の収量性が得られる新しい加温技術として利用できると考えられる。

謝 辞

本研究に御助言頂いた、九州沖縄農業研究センターイチゴ周年生産研究チーム長 沖村 誠氏に深謝します。

また、本報告は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「クラウン部局部温度制御によるイチゴの周年高品質生産技術の開発」(2005-2007年)の成果の一部であり、関係者各位に感謝致します。

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部温度制御が連続出蓄性に及ぼす影響. 園学雑74 (2): 170.
- 松崎朝浩 (1998) 公立機関での高設栽培の取り組みー香川県方式ー香川型イチゴピートバッグ養液栽培システム「らくちん」の開発と普及. 平成10年度課題別研究会イチゴ高設栽培の現状と問題点, 農林水産省野菜・茶業試験場久留米支場, 福岡, 20-27.
- 中島規子 (1999) 高設栽培のシステム・技術と生育・収量. 農業技術大系野菜編3 (イチゴ) 基礎編. 農山漁村文化協会, 東京, p. 基418の1の65-69.
- 佐藤公洋・北島伸之 (2005) イチゴのクラウン部加温が生育およびランナー発生に及ぼす影響. 園学雑74 (2): 430.
- 佐藤紀男・平岡達也 (1971) 促成イチゴの温度管理に関する研究. 第1報 気・地温が促成イチゴの生育, 収量に及ぼす影響. 神奈川園試研報19: 76-81.
- 重野 貴・栃木博美・大橋幸雄・稲葉幸雄 (2001) 促成栽培におけるイチゴ「とちおとめ」の生育及び収量に及ぼす電照, 炭酸ガス施用及び地中加温の効果. 栃木農試研報50: 39-49.
- 曾根一純・沖村 誠・北谷恵美・伏原 肇 (2005) クラウン部局部冷却が四季成性イチゴの夏秋季の生育・開花・果実品質に及ぼす影響. 園学雑74 (1): 306.
- 竹内常雄・塚本忠士 (1999) イチゴのロックウール養液栽培における摘果, 培地加温及び炭酸ガス施用が収量等に及ぼす影響. 静岡農試研報44: 61-71.
- 植松徳雄 (1998) イチゴ栽培の理論と実際. 誠文堂新光社, 東京, p.163.