

## 県育成イチゴ品種「埼園い1号」「埼園い3号」の栽培管理技術

### 第2報 電照処理と炭酸ガス施用効果

尾田秀樹\*・内田裕也\*

#### Cultivation Techniques of Prefecture-breeding

#### Strawberry Cultivars ‘Saien I-1Go’ and ‘Saien I-3Go’

#### 2nd report: Effect of Lighting and CO<sub>2</sub> Manuring

Hideki ODA, and Hironari UCHIDA

**要約** 県育成品種「埼園い1号」および「埼園い3号」に対する定植後の電照処理および炭酸ガス施用効果について検証した。両品種とも電照による増収効果は認められなかった。また、日の出から天窓・側窓が開くハウス内気温 20℃になるまで 750ppm 濃度の炭酸ガスを施用することで総収量が「埼園い1号」では 1.4 倍、「埼園い3号」では 1.3 倍に増加した。施用方法の違いでは、局所施用が全層施用に比べて、両品種ともに糖度が上昇し、さらに「埼園い1号」では総収量の増加も確認された。

埼玉県におけるイチゴ栽培は、市場出荷向け生産から観光摘み取り園や直売形態への移行が進んでいる。そこで、集客力向上に向け県オリジナル品種の育成を開始し、2016年に観光直売向け品種として「埼園い1号」および「埼園い3号」を品種登録出願し(尾田ら, 2017)、2019年に品種登録された。本県では、両品種の普及拡大を目指している。新品種の生産拡大を推進するためには、早期に栽培技術を確立し、栽培マニュアルを作成する必要がある。

主要品種「とちおとめ」の栽培では、県内生産者の多くが冬期に電照処理を実施している。そのため電照設備を有するハウスが多く、他の品種を栽培する場合でも日長延長処理の実施が散見される。しかし、「埼園い1号」および「埼園い3号」の電照処理に対する収量および生育に対する影響は未検討であり検証する必要がある。

また、施設栽培の生産現場への導入が進んでいる炭酸ガス施用は、増収や生育促進等の効果が確認されて

いる(川島 1991a)。一方で、炭酸ガス施用は野菜全般に生育促進効果が認められるが、その効果は品目により異なるとされており、さらに栽培品種ごとの個別事例について情報が限られている(中野・安 2010)。そこで、「埼園い1号」および「埼園い3号」に対する炭酸ガス施用効果を確認すべきと考えた。

本報告では、高品質で安定的な果実生産が実施できる栽培技術を確立するため、本ほ栽培における日長延長処理および炭酸ガス施用の効果を検証した。

#### 材料および方法

供試品種は「埼園い1号」および「埼園い3号」とした。採苗は、各年の7月上旬に子苗を9cmポリポットに直受けした。子苗の親株からのランナー切離しは7月下旬に行った。育苗中は固形肥料(株生科研ポット錠ジャンプ P7 (N:P:K=7:8:6)) 2粒/株を施用した。試験は農業技術研究センター(熊谷市須賀広)のハ

\* 野菜育種担当

ウス(間口7.2m×奥行22.0m×軒高2.4m)で実施した。栽植密度は800株/aとし、高設栽培システム(株イノチオアグリ社製 ストロベリーハイポベンチ高110cm)に株間20cm・条間10cm2条千鳥植えで9月中下旬に定植した。

定植後は、ハウス内の最低夜温を8℃とし、日中はハウス内気温20℃で天窓・側窓が開閉するよう設定した。元肥は施用せず、灌水時の液肥で施肥した。灌水は、水のみ1回/日、液肥混入(OATアグリオ株OKF-1(N:P:K=15:8:17)1,580倍)2回/日の計3回/日とし、各回50ml/株とした。

### 試験1 電照効果の測定

試験は2017年および2018年に実施した。電照は昼白色光LED(白熱球60w相当)を用い、株上1.2mに1m間隔で設置した。

2017年は、日没前から20時までの電照(日長延長区)、夜間23時から1時まで2時間電照(暗期中断区)及び無電照(無処理区)の3区を設定した。電照処理は12月5日から2月28日まで行った。調査株数は各区6株・3反復とした。

2018年は日没から20時30分まで電照し、期間を11月1日から翌2月28日(11~2月日長延長区)、12月1日から翌1月30日(12~1月日長延長区)及び無電照(無処理区)の3区を設定した。調査株数は、各区6株・3反復とした。

各年の調査は、生育量の変化を調査するため、供試株の第3展開葉の葉柄長、同葉頂小葉の縦横径を調査開始から10日ごとに測定した。また、各区の収穫果数および総収量(g・6株)を収穫開始から4月末まで調査した。

### 試験2 炭酸ガス施用効果の検証

試験は2018年及び2019年に実施した。炭酸ガス施用には燃焼式炭酸ガス発生装置(ネボン株グロウエア)を用いた。

2018年は、群落内に炭酸ガスを直接供給する局所施用区と無処理区を設定した。局所施用区は早朝(6時~8時)に局所施用ファン(ネボン株製ダクトファン)を用いて群落内に炭酸ガスを施用した。CO<sub>2</sub>濃度は、CO<sub>2</sub>・温度・湿度データロガー(ティアンドデイ株製TR67Ui)を用いて、500ppmになるように施用時間を調整した。

2019年は局所施用区とハウス内のCO<sub>2</sub>濃度を一定とした全層施用区を設定した。CO<sub>2</sub>濃度制御はハウス内に設置されている環境制御機器(三基計装株スーパーミニEX)によって行った。局所施用区は、局所施用ファンを用いて群落内のCO<sub>2</sub>濃度が750ppm以上、全層施用区はハウス床面から150cmの濃度が750ppm以上になるように設定した。炭酸ガス施用は2019年11月26日から開始し、時間帯を5時から10時もしくは自動換気されるハウス内気温が20℃までとした。

各年の調査は、各区6株・3反復とした。生育量の変化を調査するため、供試株の第3展開葉の葉柄長、同葉頂小葉の縦横径を調査開始から10日ごとに測定した。

各区の収穫果数、総収量(g・6株)を調査した。収穫果の一部を糖度測定に供試した。糖度は1果全量から絞った果汁を用いて、屈折式デジタル糖度計(株アタゴ製PAL-1)で測定した。

群落内温度は高設置栽培槽(高さ110cm)に植栽したイチゴの条間に置いたCO<sub>2</sub>・温度・湿度データロガー(ティアンドデイ株製TR67Ui)で測定した。

## 結果

### 試験1 電照効果の測定

2017年の試験では、「埼園い1号」、「埼園い3号」ともに無処理区に比べ、日長延長区、暗期中断区の葉柄長や頂小葉の縦横径から算出した簡易葉面積(mm<sup>2</sup>)の増加割合が大きくなった。厳寒期(1~2月)では、日長延長区に比べ暗期中断区の生育量が両品種とも大きくなり、「埼園い1号」で顕著であった。電照終了後、暗期中断区の生育量が低下したが、日長延長区は継続して増加した(図1, 2)。

処理区間の比較では、「埼園い1号」では暗期中断区、「埼園い3号」では日長延長区の総収量が多くなったが、両品種ともに無処理区が最も多くなった(表1)。

2018年は、年内の簡易葉面積を調査開始時点と比較した場合、両品種の全ての区で減少傾向がみられたが、年明け以降に両電照処理区と無処理区の間には差が見られた(図3)。「埼園い1号」では、12~1月日長延長区と11~2月日長延長区の減少傾向が同様に推移したが、2月中旬以降、11~2月日長延長区では増加に転じた。

「埼園い3号」の簡易葉面積は1月15日を境に12~1月日長延長区、11~2月日長延長区ともに増加に

転じたが、11~2月日長延長区の増加幅が大きくなった。この傾向は3月上旬まで続いた。全ての区において簡易葉面積は、4月下旬まで調査開始時点の水準に回復することはなかった。

両電照処理区で、年明け以降に葉柄の伸長が無処理区に比べ増加した(図4)。特に、「埼園い3号」の電照処理区で葉柄長が調査開始時点より長くなった。「埼園い1号」では、11~2月日長処理区では調査時点より葉柄が長くなったが、12~1月日長処理区では同程度で推移した。

総収量は両品種ともに無処理区が最も多く、「埼園い1号」では電照処理した2区に対して有意に多くなった(tukey法  $p<0.05$ ) (表1)。

表1 電照処理方法の違いによる収量比較 (g・6株)

実施年	区名	埼園い1号	埼園い3号
2017	日長延長区	2728.0 <sup>a</sup>	3171.7 <sup>ns</sup>
	暗期中断区	3241.0 <sup>ab</sup>	2794.6
	無処理区	3513.3 <sup>b</sup>	3561.5
2018	12月~1月日長延長区	3317.5 <sup>a</sup>	3011.7 <sup>ns</sup>
	11月~2月日長延長区	3295.0 <sup>a</sup>	3262.3
	無処理区	4402.9 <sup>b</sup>	3661.2

注)異なるアルファベット間で有意差あり(tukey法  $p<0.05$ )  
2017年は各区10株・3反復で実施。2018年は各区6株・3反復で実施した。

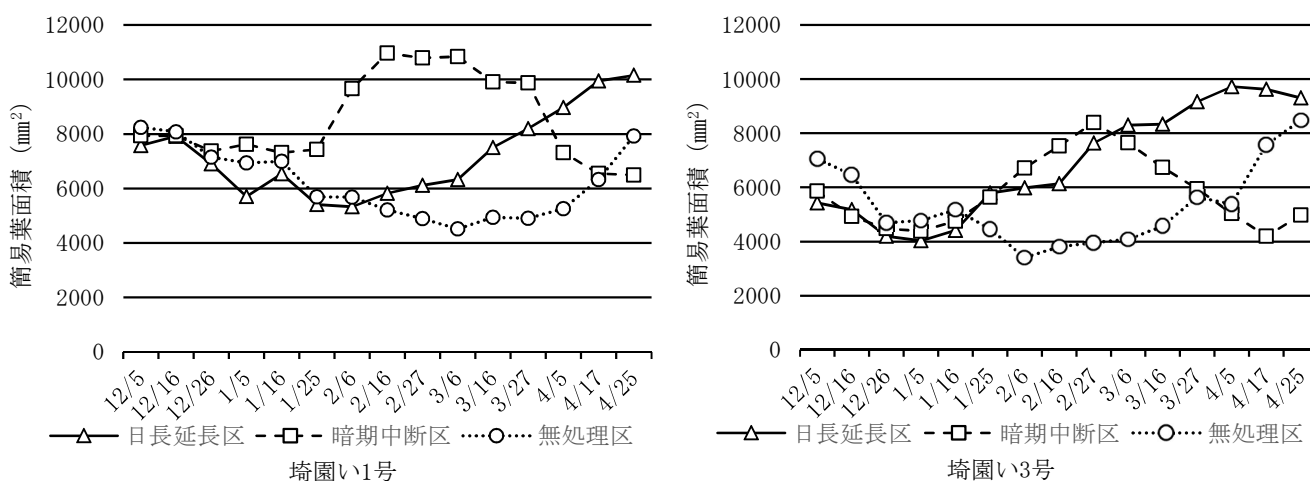


図1 電照処理方法の違いによる簡易葉面積の変化(2017年)

第3展開葉の頂小葉を測定に用いた。1区6株・3反復で試験を実施した。数値は18株の平均値を示した。  
簡易葉面積(mm<sup>2</sup>)=第3展開葉頂小葉 縦径(mm)×横径(mm)

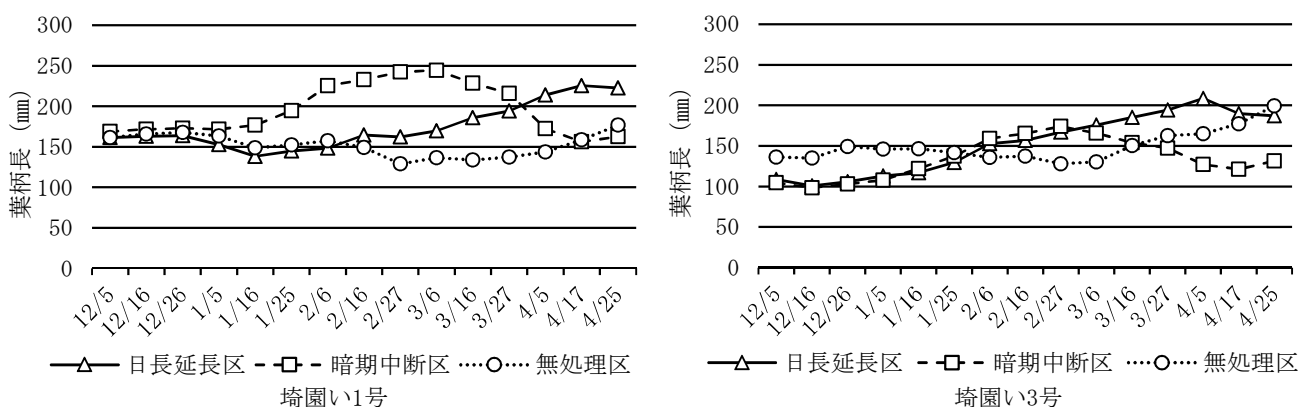


図2 電照処理方法の違いによる葉柄長の変化(2017年)

第3展開葉の葉柄を測定に用いた。1区6株・3反復で試験を実施した。数値は18株の平均値を示した。

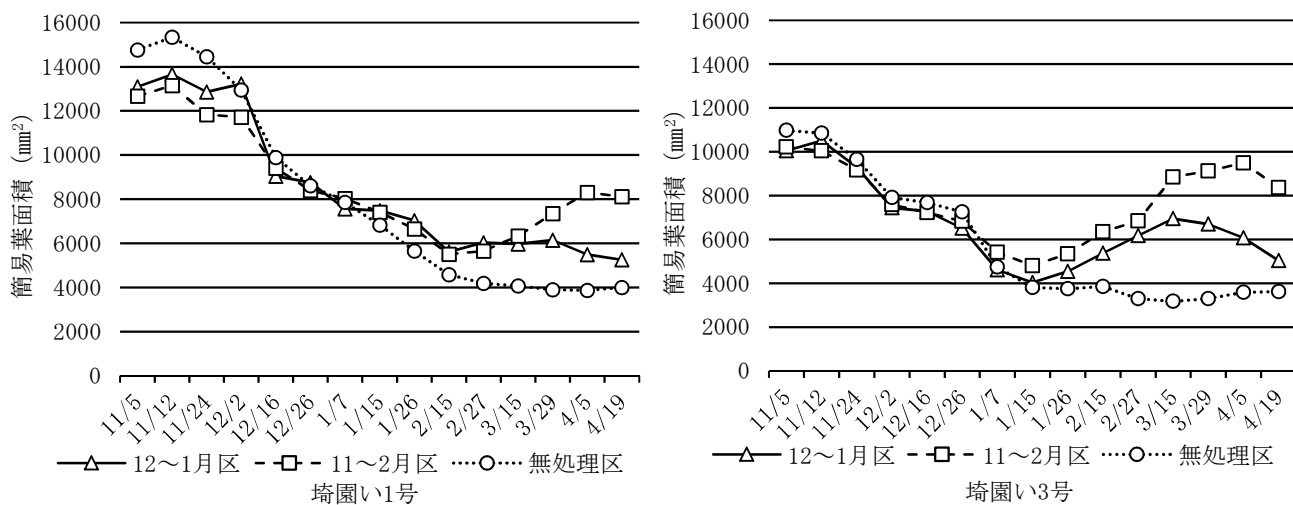


図3 電照処理期間の違いによる簡易葉面積の変化(2018年)

第3展開葉の頂小葉を測定に用いた。1区6株・3反復で試験を実施した。数値は18株の平均値を示した。  
簡易葉面積 (mm<sup>2</sup>) = 第3展開葉頂小葉 縦径 (mm) × 横径 (mm)

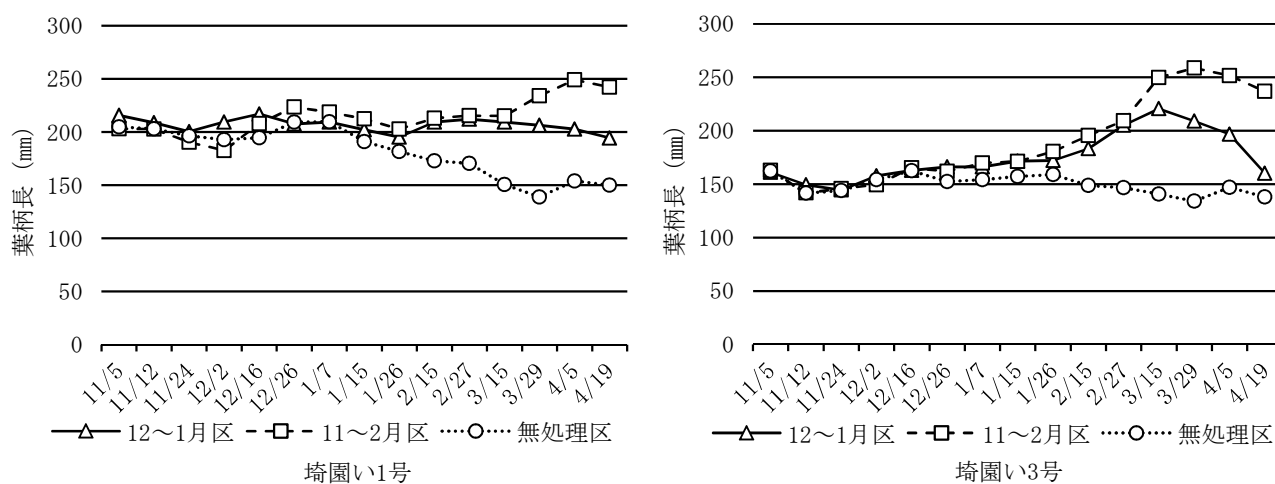


図4 電照処理期間の違いによる葉柄長の変化(2018年)

第3展開葉の葉柄を測定に用いた。1区6株・3反復で試験を実施した。数値は18株の平均値を示した。

## 試験2 炭酸ガス施用効果の検証

2018年の調査開始時点との比較では、簡易葉面積に関しては、「埼園い1号」の無処理区における増減が局所施用区に比べ少ない傾向にあった。また、「埼園い3号」では局所施用区と無処理区間に差は認められず、炭酸ガス施用による葉面積の増加効果が判然としなかった(図5)。局所施用区における収量は、供試した両品種ともに増加傾向にあり、「埼園い3号」では総収量および総収穫果数が有意に増加した(t検定  $p < 0.01$ ) (表2)。

2019年は、群落内のCO<sub>2</sub>濃度は、両区共に炭酸ガス施用開始後、速やかに上昇、施用終了後には急激に下降した。施用時間帯の平均CO<sub>2</sub>濃度は、局所施用区

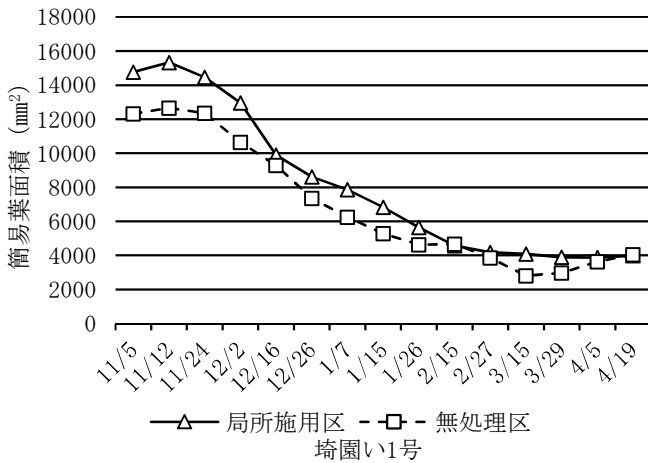
796.4ppm、全層施用区846.7ppm、また、1日を通しての平均濃度はそれぞれ、594.7ppm、607.2ppmであった。炭酸ガス施用時間帯における群落内CO<sub>2</sub>濃度は、全層施用区で高くなった(図6)。

施用時間帯の平均気温は、局所施用区13.4℃、全層施用区13.1℃、また、1日を通しての平均気温はそれぞれ、13.9℃、13.7℃となり、群落内気温は夜間において両区間に差はないものの、日中の群落内温度は局所施用区で高く推移した(図7)。炭酸ガス施用時間帯では、施用開始直後の群落内気温に両区の差がみられないが、8:00以降の気温は局所施用区が高くなった。

炭酸ガス施用による簡易葉面積の推移は、同一品種内の処理区間において同様の増減傾向を示した。暖候

期に入り、3/10、3/21、4/2の簡易葉面積は、「埼園い1号」の処理区間で有意差が認められた(t検定  $p < 0.05$ )。しかし、「埼園い1号」の他の時期や「埼園い3号」で有意差が認められなかった(図8)。

葉柄長は局所施用区で大きい傾向にあり、特に厳寒期においては有意差が認められた(t検定  $p < 0.05$ ) (図9)。



「埼園い1号」は、総収量、総収穫果数で局所施用区が全層施用区に対して有意に多くなった(t検定  $p < 0.05$ )。「埼園い3号」は局所施用区において総収量および平均1果重量の増大傾向が見られた(表2)。

果実糖度を2月、3月、4月に測定したところ両品種ともに局所施用区が高い結果であった(表3)。

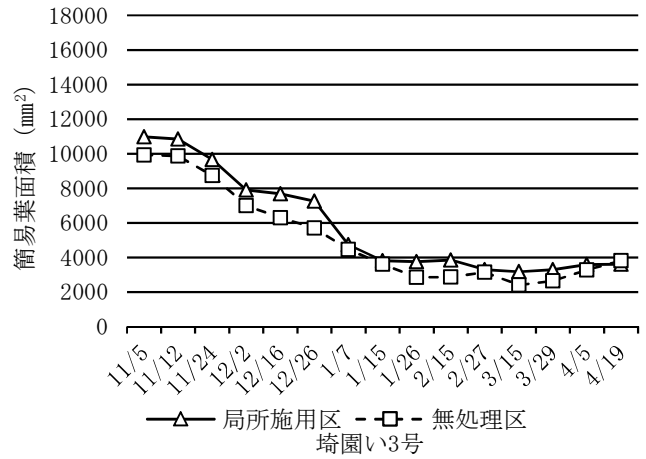


図5 炭酸ガス処理による簡易葉面積の変化(2018年)

第3展開葉の頂小葉を測定に用いた。1区6株・3反復で試験を実施した。数値は18株の平均値を示した。  
簡易葉面積(mm<sup>2</sup>)=第3展開葉頂小葉 縦径(mm)×横径(mm)

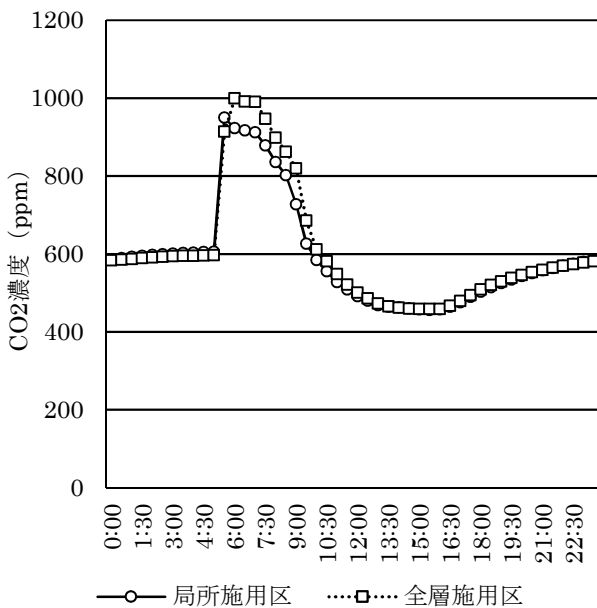


図6 群落内CO<sub>2</sub>濃度の1日の変化(2019年)

2019.11.26~2020.5.12までの時刻ごとの平均値をグラフ化した。

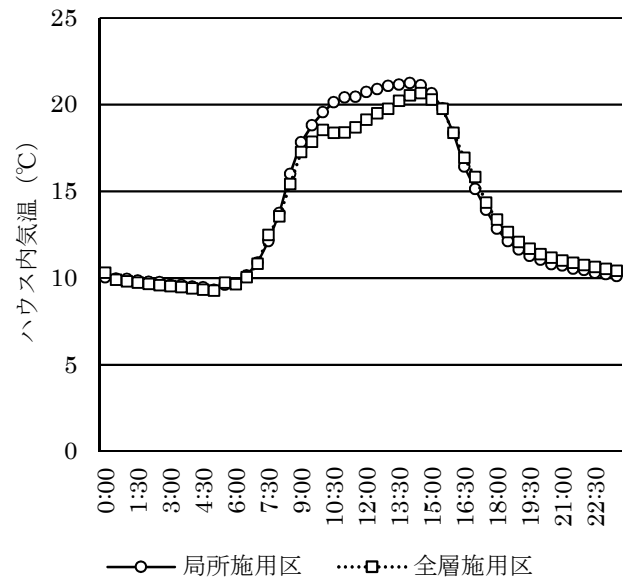


図7 群落内気温の1日の変化(2019年)

2019.11.26~2020.5.12までの時刻ごとの平均値をグラフ化した。

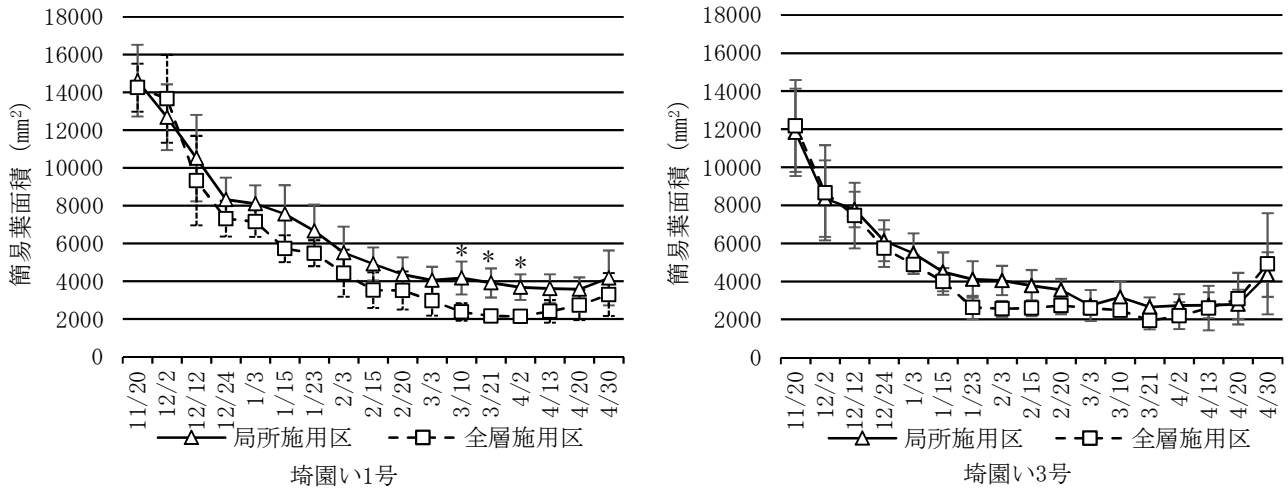


図8 炭酸ガス施用方法の違いによる葉面積の変化(左 埼園い1号、右 埼園い3号)

数値は18株の平均値を示した。バーはSDを示す。  
 簡易葉面積 (mm<sup>2</sup>) = 第3展開葉頂小葉 縦径 (mm) × 横径 (mm)  
 \* 処理区間で有意差あり (t検定 p<0.05)

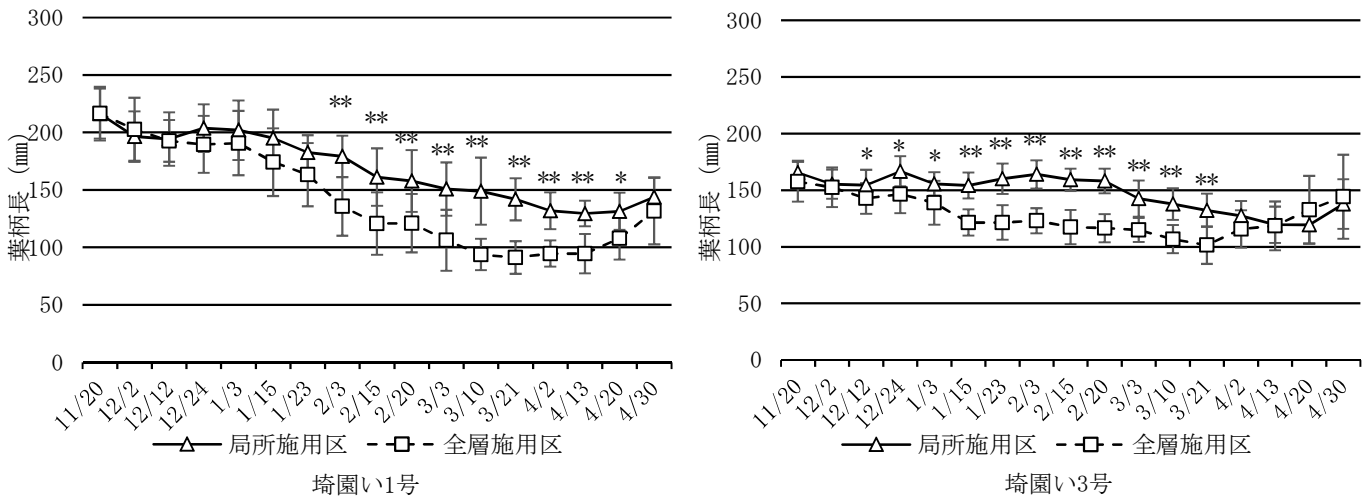


図9 炭酸ガス施用方法の違いによる葉柄長の変化(左 埼園い1号、右 埼園い3号)

数値は18株の平均値を示した。バーはSDを示す。  
 \*,\*\* 処理区間で有意差あり (t検定 \* p<0.05, \*\* p<0.01)

表2 炭酸ガス施用方法の違いによる収量・1果重量・収穫果数の比較

実施年	品種	処理区	総収量 (g/6株)	1果重量 (g)	収穫果数 (個/6株)
2018	埼園い1号	局所施用区	4402.9 <sub>n.s.</sub>	13.8 <sub>n.s.</sub>	319.3 <sub>n.s.</sub>
		無処理区	3036.5	13.0	231.7
	埼園い3号	局所施用区	3661.2 <sub>**</sub>	20.6 <sub>n.s.</sub>	177.7 <sub>**</sub>
		無処理区	2811.0	19.7	142.3
2019	埼園い1号	局所施用区	3600.2 <sub>*</sub>	14.8 <sub>n.s.</sub>	243.3 <sub>*</sub>
		全層施用区	2803.2	14.4	194.3
	埼園い3号	局所施用区	3499.5 <sub>n.s.</sub>	19.9 <sub>n.s.</sub>	182.0 <sub>n.s.</sub>
		全層施用区	3025.0	21.9	137.7

各項目とも各区1区6株3反復の平均を示した

\*, \*\*有意差あり (t検定 \*p<0.05, \*\*p<0.01), n.s 有意差なし

表3 炭酸ガス施用方法の違いによる果実糖度の比較 (2019年)

		2月	3月	4月
埼玉園い1号	局所施用区	14.4 **	13.6 **	16.7 **
	全層施用区	12.6	12.2	12.6
埼玉園い3号	局所施用区	15.1 *	13.5 n.s	14.9 **
	全層施用区	13.6	13.0	12.3

\* \*\* 両区間に有意差あり (t検定 \*p<0.05 \*\*p<0.01)

測定には5~10果実を供試した

測定日: 2020年2/17, 3/9, 4/6

## 考 察

「埼玉園い1号」では2017年試験の暗期中断処理における生育促進効果が認められたものの、日長延長処理の生育促進効果が判然とせず、また、2018年試験では日長延長処理に対する反応が鈍く、生育量が増加に転じた後は徒長傾向にあった。さらに、無処理区において総収量が多くなることから、電照処理は、収量向上につながらないと考えられた。さらに、暗期中断処理、日長延長処理にかかわらず果房の軸折れや葉柄折れ等の軟弱徒長と思われる事例も散見されたため、電照は不要であると結論付けられた。

「埼玉園い3号」では、電照処理によって生育促進効果が認められたことから、厳寒期における草勢維持や促進が期待された。葉面積の増加は光合成能力の向上につながると考えられるが、一方で呼吸等の消費も大きくなると思われる。そのため、本試験条件下では期待された増収効果が現れなかった可能性がある。生産現場において、11月初旬から3月上旬の長期間かつ21時までの長時間の電照によって4月以降の出蕾が見られなかった事例が確認されている。そのため、厳寒期の著しい草勢低下がみられる栽培ハウス以外では、不要であると考えられた。

「埼玉園い1号」および「埼玉園い3号」と同様に、長崎県の「こいのか」は、電照処理による葉柄長の伸長が報告されている一方、収量は無電照と同等程度との結果が示されている(野田, 2014)。電照処理は草勢維持を目的とする場合に有効であると考えられるが、葉柄長などの生育量と収量性の関連性が小さいと推測された。

炭酸ガス施用は、無施用に比べて収量が向上し、さらに全層施用に比べ局所施用の増収効果が高いことが

明らかになった。炭酸ガス施用の増収効果は同化量の確保による根の活性維持が関係しており、冬期の成り疲れを防止していると考えられている(川島, 1991b)。2019年の試験において、全層施用区に比べ、局所施用区の糖度が有意に高いのは、根の活性が維持された可能性が考えられる。また、果実は群落の外で成熟しており果実糖度への影響はないと思われる。しかし、局所施用区と全層施用区の群落内気温の差があったことから、簡易葉面積や葉柄長に影響し、収量増加に繋がったとも考えられる。これは、局所施用区に設置した炭酸ガスを送る透明ポリエチレン製ダクトが保温効果を示したと考えられるが、群落内気温が高くなった原因は不明であり、今後、調査する必要がある。

炭酸ガス施用濃度に関しては、1500ppm、日の出後5時間の施用によって糖度上昇するとの報告がある(高橋ら, 2006)。また、黒木ら(1994)は1500ppmと800ppmの終日施用では収量に差がないとしている。さらに、川島(1991b)は、換気温度28℃の条件下で750ppmの施用が実用に適していると報告しており、本試験も同様な結果が得られたことから750ppm設定は有効範囲内と推定された。

2019年の試験では群落内の炭酸ガス濃度は、局所施用区・全層施用区共に施用開始後、速やかに濃度が上昇、施用終了後には急激に下降した。施用終了後の下降は、光合成による炭酸ガスの消費とハウス開口部の開閉が原因と考えられた。また、全層施用区では群落内炭酸ガス濃度が1000ppmを超えたのは、ハウス全層を750ppm以上とするためハウス内で濃度差が生じたためと推測された。全層施用を実施する場合は、炭酸ガス発生装置を制御するセンサー位置の検討を要すると考えられた。

今回報告した電照処理および炭酸ガス施用技術の知見は、「埼玉園い1号」および「埼玉園い3号」の安定的な

高品質果実生産技術の確立に寄与するものと考えている。

### 引用文献

川島 信彦 (1991a) : 施設栽培における CO<sub>2</sub> 施用の現状と課題. 農業気象 47(3), 177-182

川島 信彦 (1991b) : 施設内における CO<sub>2</sub> 施用に関する研究 (第3報) イチゴの生育に対する効果. 奈良農試研報 22, 65-72

黒木雄二・山田芳文・佐藤如 (1994) : 炭酸ガス施用によるイチゴの増収技術 第1報 施用濃度と生育・収量. 九農研 56, 191

中野明正・安東赫 (2010) : 低酸素社会に適合した施設生産の CO<sub>2</sub> 施用技術. 農業および園芸 85(11), 1071-1079

野田 和也 (2014) : 電照および高設栽培における地温管理がイチゴ「こいのか」の生育に及ぼす影響. 長崎農林技セ研報 5, 49-56

尾田秀樹・内田裕也・小林延子 (2018) : イチゴ新品種「埼園い1号」および「埼園い3号」の育成. 埼玉農技研報 17, 7-13

高橋能彦・佐藤巧・伊部歩・柴崎則久・野水幸一・伊藤道秋 (2006) : 新潟におけるハウス促成栽培イチゴの炭酸ガス施用効果. 新潟大学農学部研究報告 58(2), 97-102