

# 人工気象室におけるイチゴの生育と結実 におよぼす気・地温の影響

赤木 博・堀 裕<sup>※</sup>

## I 緒 言

1967年にその実用性が明らかにされた半促成株冷栽培はその後各地に急激に増加し、1970年産で約280haに達しているが、栽培技術はまだ必ずしも確立されているとはいえない。とくに、最も重要である早期収量の不安定は緊急に解決を要する問題となっている。

もともとこの栽培法では根の土を洗い落して貯蔵し、裸の状態<sup>1</sup>で12月中旬の低温期に定植することになるので早期収量の不安定は活着の良否に左右されるところが大きいはずである。また、最近果菜類のビニール栽培の前進にもなって地温確保のために開発された地中加温機の株冷栽培への利用が急激に増加している。しかし、これまで、イチゴの根の発育適温<sup>2</sup>についてはすでにProebsting, Roberts<sup>3</sup>らが3月1日植えて13~18℃が良いと報じているが、株冷とは作期もことなり、開花・結実との関係も明らかでない。そこで、株冷イチゴの初期生育ならびにその後の生育・結実と気・地温の関係を明らかにして、本栽培法の確立をはかるため試験をおこなったところ、生育におよぼす気・地温の影響は生育段階でことなり、生育初期は気・地温が高いほど良かったが、中期以降は気温13~23℃、地温13~18℃が良く、結実に対しては、地温が高いほど開花・結実が良かったが、果実が小さく、気温18~13℃で地温18~23℃が最も多収となることを確認したので報告する。

この研究は、農林省園芸試験場において依頼研究員として研修中におこなったものであり、園試そ菜部栽培生理研究室新井和夫技官の絶大

※ 農林省園試技官

なる御指導・御協力の下に遂行することができた。ここに深く謝意を表します。

## II. 材料および方法

農林省園芸試験場の人工気象ガラス室を用い、地・気温の調節・設定・培養法などはすべて園芸試験場報告A7号に準じた。人工気象ガラス室の室温は28~23℃(昼温~夜温, 以下同じ)、23~18, 18~13, 13~8℃の4段階に設定されており、それぞれに地温8, 13, 18, 23, 28℃の5段階を設けた。供試品種はダナーを用い、佐野分場で8月27日に採苗後慣行に準じて育苗し、11月15日に冷蔵した。冷蔵は苗の土を洗い落しビニールの袋に入れて0℃の貯蔵庫で30日間処理した。12月16日に在庫し17日にポット定植、12月27日までガラス室内で活着させた後処理を開始した。供試した苗は20~35gのものを各区に均一になるように1ポット1株植とし、1処理4株を供試した。生育調査は適時葉柄長、葉の大きさ(頂葉の縦×横)、葉数、開張を調査した。初期20日間の葉柄長の伸びは温度処理前と処理後に葉柄基部から小葉基部までを測定し、この差をもって葉柄の伸長量として示した。また20日間の葉数は処理前と処理後の差で示した。開花期・収穫期調査は供試個体数の7.5割をもって示し、花房の表示は開花順に第1, 第2……とした。第4, 第5花房の生育程度の判定は最終調査の際分解して肉眼でおこない、7.5割をもって示した。収量は正常果(5g以

上), 脬果 (5 g 以下) にわけた。なお最終調査での乾物重は70℃で24時間以上通風乾燥した後、秤量した。

### Ⅲ. 結 果

#### 1. 生育におよぼす気・地温の影響

生育はいずれの気温でも地温が高いほど良く、地温8℃区の葉はやゝ暗緑色を呈した。生育の差は地温の高低により処理開始後3日目頃から認められ、10日目頃から明らかになり、とくに

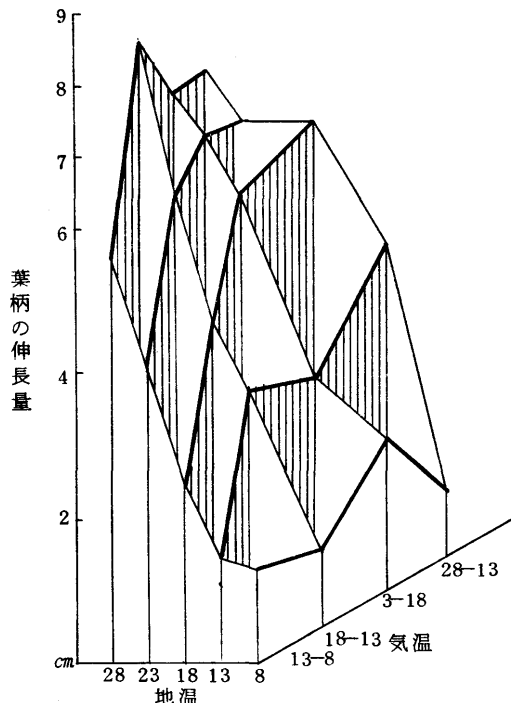
葉柄の伸長が目立った。とくに初期生育をみるために20日後の生育量を示すと、第1表・第1図のとおりである。比較的低い気温の13-8, 18-13℃での葉柄の伸長量は地温が高くなるにつれて急激に増加し、比較的高い気温の23-18, 28-23℃での伸長量は低い気温区より勝っているが、地温18℃を境にして緩慢になった。地温に関してみると地温8~18℃では気温が高くなるにつれて伸長量が大きく増加するが、地温23℃では気温23-18℃で最高となり、地温28℃では気温18-13℃で最高であった。葉数の増加量もほぼ葉柄長と同様の傾向であった。なお開張、葉の大きさについて示さなかったが、ほぼ葉柄長と同様であった。

次に生育の時期別変化をみるため葉柄長について第2図に示した。まず気温の系列についてみると葉柄長は気温13-8, 18-13, 23-18℃において地温が高くなるにつれて急激に増加し、

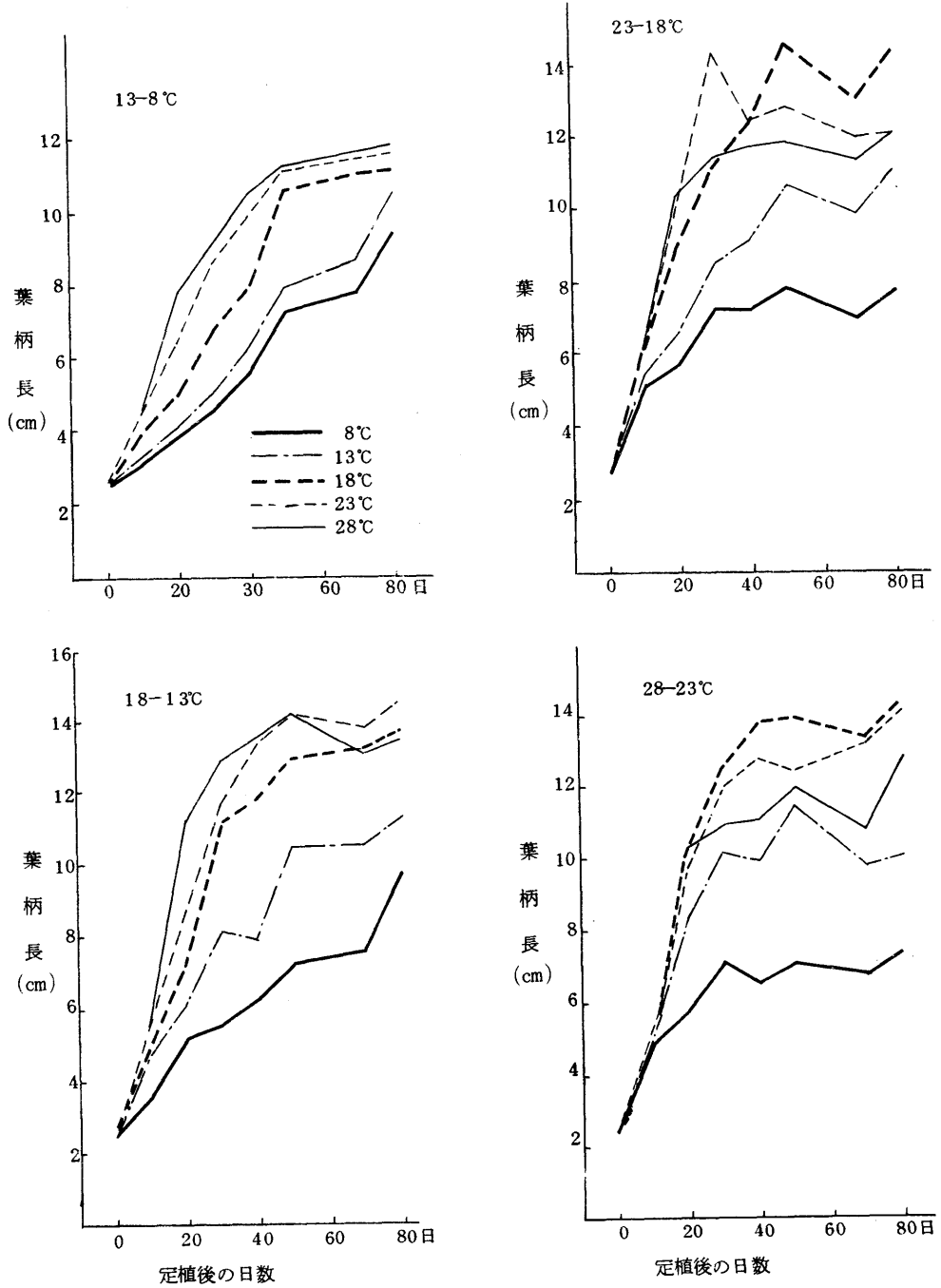
いづれの気温区とも地温8, 13℃では処理後50

第1表 初期20日間の生育量

気温	地温別		地温	気温	地温別		
	葉柄長	葉数			葉柄長	葉数	
13-8℃	8	1.3	2.0	8℃	13-8	1.3 2.0	
	13	1.5	2.2		18-13	1.6 1.9	
	18	2.5	3.3		23-18	3.1 3.0	
	23	4.0	3.7		28-23	2.4 2.7	
	28	5.7	4.4		計	8.4 9.6	
計	15.0	15.6		13-8	1.5 2.2		
18-13	8	1.6	1.9	13	18-13	3.8 3.2	
	13	3.8	3.2		23-18	3.9 3.9	
	18	4.8	4.3		28-23	5.8 4.1	
	23	6.5	4.6		計	15.0 13.4	
	28	8.6	5.5			13-8	2.5 3.3
計	25.3	19.5		18-13	4.8 4.3		
23-18	8	3.1	3.0	18	23-18	6.5 5.1	
	13	3.9	3.9		28-23	7.5 5.6	
	18	6.5	5.1		計	21.3 18.3	
	23	7.4	5.2			13-8	4.0 3.7
	28	7.8	4.7		18-13	6.5 4.6	
計	28.7	21.9		23-18	7.4 5.2		
28-23	8	2.4	2.7	23	28-23	7.4 3.7	
	13	5.8	4.7		計	25.3 17.2	
	18	7.5	5.6			13-8	5.7 4.4
	23	7.4	3.7		18-13	8.6 5.5	
	28	8.1	3.2		23-18	7.8 4.7	
計	31.2	19.9		28-23	8.1 3.2		
				28	計	30.2 17.8	



第1図 初期20日間の葉柄伸長量 cm



第2図 気・地温と生育(葉柄長)の時期別変化

日まで伸長が良く、気温18-13℃において地温18, 23, 28では処理後40日まで伸長が良く、気温23-18℃において地温23, 28℃では処理後30日まで急速に伸びたが30日以降は緩慢になった。最も気温の高い28-23℃において地温8, 13℃は処理後30日まで、地温18, 23℃では40日までそれぞれ急速に伸長し、その後は緩慢になり、地温28℃は処理後20日まで急速に伸長したが、それ以降は地温18, 23℃よりも劣った。

初期生育・生育経過については以上述べたとおりであるが、最終的な堀上げ調査結果は第4表のとおりである。葉重は気温が高くなるにつれて増加し、地温についてみると気温13-8℃では地温18℃、気温18-13℃では地温23℃で最高となり、気温23-18, 28-23℃では地温18℃でほぼ最高となった。茎重は各気温区とも地温18℃で最高となり、気温23-18℃区が良かった。根重はずれの気温でも地温13℃で最高となった。ランナーは気・地温が高くなるにつれて増加し、低い気温13-8℃では地温23℃以上でランナーが発生し、地温28℃で最高となった。気温18-13, 23-18, 28-23℃では地温23℃でランナー重が最高となった。

## 2. 開花・結実におよぼす気・地温の影響

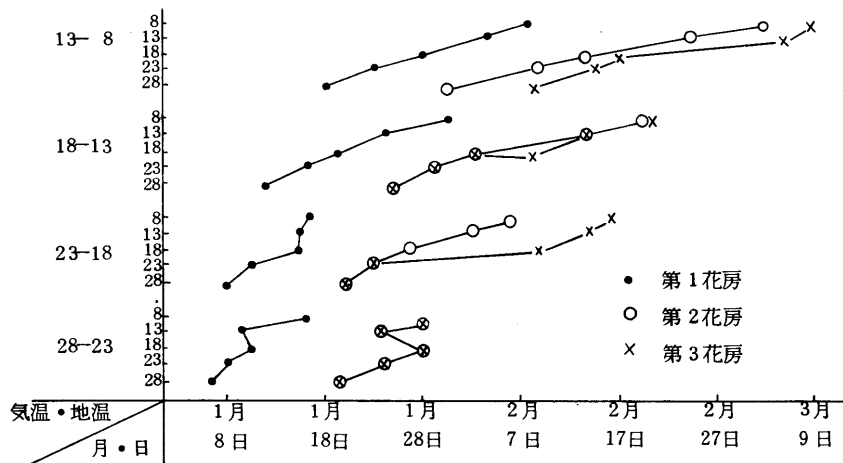
開花期については第3図に示した。第1花房の開花期は初期生育と同様気温が高くなるにつれて、いずれの地温でも開花期が早まり、高気温になるにつれて気温の差による開花期の幅が少なくなっていた。すなわち、気温28-23℃では地温28℃が処理後14日目（1月16日）、地温8℃が24日目（1月16日）に開花した。気温23-18℃では地温28℃が16日目（1月8日）、地温8℃が24日目（1月16日）に開花した。気温18-13℃では地温28℃が20日目（1月12日）、地温8℃が42日目（2月3日）に開花した。気温13-8℃では地温28℃が26日目（1月18日）、地温8℃が42日目（2月8日）に開花した。第

2, 第3花房の開花期は第1花房と同様高い気、地温になるにつれて早まり、第1花房と第2・第3花房の開花期の差は高い気・地温になるにつれて少なくなる傾向がみられた。なお花房別収穫期は開花期に準じ、赤熟する日数が高い気・地温になるにつれて短くなった。

次に花房別開花数を第2表に示した。第1花房の開花数は10.5-15.0個で気・地温との相関は見られず、第2・第3花房も同様であった。

第2表 花房別開花数

昼夜温	花房順位	I	II	III	計
	地温				
13-8	8	14.0	4.8	5.8	(24.6)
	13	12.3	7.5	6.0	(25.8)
	18	14.0	7.0	5.5	(26.5)
	23	12.0	6.3	7.8	26.1
	28	13.8	6.3	6.8	26.9
	計	66.1	31.9	31.9	129.9
18-13	8	13.8	6.8	5.3	25.9
	13	11.3	6.5	5.8	23.6
	18	13.0	5.8	7.3	26.1
	23	12.0	5.3	6.8	24.1
	28	12.0	6.0	7.3	25.3
	計	62.1	30.4	32.5	125.0
23-18	8	10.5	5.5	5.3	21.3
	13	15.0	10.7	6.5	32.2
	18	11.7	6.3	9.3	27.3
	23	12.5	7.5	6.0	26.0
	28	12.3	6.0	6.0	24.3
	計	62.0	36.0	33.1	131.1
28-23	8	11.3	6.3	—	17.6
	13	10.7	5.0	5.3	21.0
	18	12.0	5.7	9.3	27.0
	23	12.3	6.3	7.0	25.6
	28	11.4	5.7	7.0	24.1
	計	57.7	29.0	28.6	115.3



第3図 開花期におよぼす気・地温の関係

第3表 気温・地温と時期別収量(4株)

項目 地温 昼夜温	正常果重 g			残果数	合計 g			
	2月15日	2月28日	3月18日		正常果	屑果	計	
13-8	8	—	—	71	—	—	—	
	13	—	—	153	—	—	—	
	18	—	—	93	—	—	—	
	23	—	20.6	50.3	74	70.9	70.9	
	28	—	18.1	92.7	68	110.8	120.1	
	計		38.7	143.0	459	181.7	120.1	301.8
18-13	8	—	—	36.3	74	36.3	28.7	65.0
	13	—	28.1	140.7	51	168.8	34.7	203.5
	18	—	116.6	208.1	44	324.7	59.5	384.2
	23	—	187.3	171.9	21	359.2	46.0	405.2
	28	59.3	126.4	23.4	12	209.1	102.0	311.1
	計	59.3	458.4	580.4	202	1098.1	270.9	1369.0
23-18	8	8.0	24.6	7.5	23	40.1	132.4	172.5
	13	32.6	99.1	—	7	131.7	101.4	233.1
	18	18.9	62.2	—	5	81.1	58.0	139.1
	23	42.2	39.4	—	0	81.6	82.8	164.4
	28	36.2	11.3	—	0	47.5	71.7	119.2
	計	137.9	236.6	7.5	35	382.0	446.3	828.3
28-23	8	41.8	75.5	—	0	117.3	108.1	225.4
	13	64.1	13.3	—	0	77.4	62.1	139.5
	18	36.2	10.0	—	0	46.2	42.9	89.1
	23	10.0	—	—	0	10.0	42.2	52.2
	28	12.5	—	—	0	12.5	54.6	67.1
	計	164.6	98.8	—	0	263.4	309.9	573.3

次に時期別収量を第3表に示した。2月15日までの初期収量は気・地温によってまったくこととなった。すなわち、気温13-8℃ではいずれの地温でも赤熟せず、気温18-13℃では地温28℃で初めて赤熟した。気温23-18℃では正常果が地温23℃で最高となり、気温28-23℃では地温13℃で最高であった。また気温28-23℃では地温13℃以上での正常果が少なくなり、屑果が多かった。2月28日にはいずれの気温でも収穫でき、気温13-8℃では地温23℃以上で赤熟し、気温13-8、18-13℃ではいずれも地温23℃が最高の収量であった。気温23-18℃では地温13℃を最高とし、高い地温になるにつれて収量が少なかった。気温28-23℃では地温23℃以上で正常果がなく、すべて屑果となり、地温13℃が最高の収量であった。3月18日には高い気温区の収量が少なくなり、気温28-23℃ではいずれの地温でも収穫されなかった。なお最終的に最も多収になったのは気温18-13℃で地温18-23℃であった。なお最終時の分解調査結果(第4表)より第4花房の発達程度をみると低い気温(8-13℃)では地温が高くなるにつれて発育が進み、高い気温(23-28℃)では地温8-18℃まで地温の増加につれて発育が進んだが、地温23℃以上では見られなかった。

第4表 最終調査時の気・地温と乾物重および花房の発達

気温	地温	乾物量 (4株当g)				runner		第4 花房	第5 花房	備 考
		葉	クラウン	根	計	数	g			
13-8	8	29.5	5.3	12.2	47.0	—	—	×	×	○開花 ●出蕾 △分化 ×なし
	13	38.0	6.6	14.4	59.0	—	—	●	△	
	18	46.5	7.5	13.4	67.4	—	—	●	●	
	23	38.6	5.8	8.7	53.1	5	54	○	●	
	28	37.0	4.0	7.5	48.5	5	115	△	×	
	計	189.6	29.2	56.2	275.0	10	169			
18-13	8	21.9	4.5	11.1	37.5	—	—	×	×	
	13	24.9	4.0	11.2	40.1	—	—	●	×	
	18	44.2	5.1	10.6	59.9	4	62	●	△	
	23	59.2	5.5	10.1	74.8	5	183	△	×	
	28	51.2	5.2	9.1	65.5	4	108	△	×	
	計	201.4	24.3	52.1	277.8	13	353			
23-18	8	23.4	5.5	12.8	41.7	—	—	△	×	
	13	36.0	6.0	13.3	55.3	2	38	△	△	
	18	59.4	6.9	14.0	80.3	3	115	○	△	
	23	56.2	6.5	11.5	74.2	9	345	○	●	
	28	60.4	5.6	11.1	77.1	5	252	×	×	
	計	235.4	30.5	62.7	328.6	19	750			
28-23	8	18.2	4.3	9.9	32.4	—	—	△	△	
	13	39.5	6.4	16.0	61.9	4	138	●	×	
	18	55.8	6.5	15.5	77.8	8	263	○	×	
	23	62.2	6.1	14.7	83.0	10	371	×	×	
	28	59.4	5.2	11.1	75.7	11	322	×	×	
	計	235.1	28.5	67.2	330.8	33	1094			

#### IV. 考 察

最近果菜類の前進栽培にともない、地温の確保が問題となり、生育・収量と気・地温の関係についての研究がとくに栃木県で開発したイチゴの株冷栽培で求められている。本邦では堀らがそ菜に関して一連の本格的なおこなっており、トマト、キュウリ、カブ、インゲン、ニンジン、セルリー、ピーマン、つぎ木キュウリ、台木用カボチャ等で生育と養分吸収におよぼす

気・地温の影響を明らかにしている。しかしイチゴについてこのような研究論文はまったく見られず、根の発育適温についてProebsting<sup>2)</sup>、Roberts<sup>3)</sup>らが13-18℃と報告している程度である。本実験によると株冷イチゴの生育に対する気・地温の影響は生育初期においては高い気・地温になるにつれて生育が良くなり、葉柄と葉の大きさに著しい差が見られた。つまり生育初期は地温18-23℃までの伸長量がいずれの気温区でもさかんであることからして、適地温

は18~23℃であることが知れる。このことは Proebsting, Roberts らの結果(3月1日定植, 最終調査)より少し高い結果となるが, 堀らの行なったニンジン, カブ, セルリー, ピーマンの適地温と同様であった。また気温についてみると高い気温になるにつれていずれの地温でも葉柄長は増加したが, 地温18℃以上では高い気温になるにつれて生育は急激に緩慢になった(第2図)。なお生育段階が進むにつれて生育相が変化し(第1図), 気温に関してみると生育は気温が低いと比較的遅くまで(40~50日)順調であり, 高い気温になると比較的早い時期(30日)は順調であるが, これ以後は緩慢になった。また地温に関してみると気温が低い場合は高い地温になるにつれて良い生育を示したが, 高い気温になると高い地温は劣った。このことは第3図において地温8℃の場合気温13~8℃と気温28~23℃の処理間の開花期が23日にもおよぶ差のあることから知る事ができ, 一般的に代謝作用が温度の上昇につれて増し, 生長と開花の速度を盛んにさせるためと思われ, 適温以上の気温では同化作用より呼吸等で消費する量が多くなり, 体内養分が栄養生長より生殖生長に早く移行するためとも考えられる。収量は気温18~13℃で地温18~23℃が最高となり, 比較的低い気温の方が果実も大きく多収となった。これはWent<sup>6)</sup>が温度較差について実験し, 昼・夜の温度は果実の肥大に大きく影響するとし, 明期温度は17℃が最適であるといっていることとほぼ一致し, また伊東<sup>7)</sup>が果実の肥大は低温ほど良好であるが, 熟期は高温ほど早いといっていることとも一致している。

実際栽培では近年地中加温機が利用され, 容易に地温を確保することができる様になったので, 早期出荷を急ぐあまり地温を上げすぎたり, 生育段階別の適地温が明らかになっていないために加温をいつまでも続け低収になる事例が見

られる。長ら<sup>8)</sup>, 水村<sup>9)</sup>らはより早く収穫するためには気温と地温を高めることが必要であり, とくに水村は総収量をあげるためには気温をやや低温(20~24℃)にしなければならないと述べており, 本実験とも一致している。これらのことから株冷の場合も初期の栄養生長をうながすことは熟期を早め, 全体収量をあげるのに不可欠とおもわれる。なお収量は高い気温になるにともない適地温が下がり, 低気温になるにともない適地温が上がる傾向がみられることからして生育初期と生殖生長期の気・地温管理は変える必要があり, 初期は気温を高く(23~28℃), 地温を18~23℃で維持し, 開花期に入ったら気温を18~23℃, 地温を13~18℃に下げることが適当であると思われる。

## V. 摘 要

1. 半促成株冷蔵イチゴの生育と結実におよぼす気・地温の影響を知り, 本栽培における温度管理の基礎資料をうるため, 農林省園芸試験場の人工気象ガラス室で実験をおこなった。

2. 生育におよぼす気・地温の影響は生育段階でことなり, 生育初期は気・地温が高いほど良かったが, 中期以降は気温13~23℃, 地温13~18℃が良かった。

3. ランナーは気・地温が高くなるにつれて増加した。

4. 結実におよぼす気・地温の影響は気・地温が高いほど開花・結実が早かったが, 果実が小さく, 気温18~13℃で地温18~23℃が最も多収であった。

5. 根群の発達はいずれの気温でも地温13℃で最良だった。

## VI. 引用文献

1. 加藤 昭・大和田常晴(1967) 栃木農試 研報10:25-30

2. Prorbsting, E. L. (1957) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69: 278-281

3. Roberts, A. N. and A. L. Kenworthy (1956) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 157-168

4. 堀 裕・新井和夫・細谷毅・小山田光男 (1968) 園試報 A 7号: 187-214

5. 堀 裕・新井和夫・土岐和久 (1970), 園試報 A 9: 189-219

6. Went, F. W. 植物の生長と環境 輪田潔 富田豊雄訳・朝倉書店: 55-66

7. 伊東秀夫. (1965) イチゴ栽培の新技术, 試文堂新光社: 65-70

8. 長 修・加藤 昭 (栃木農試研報14掲載 予定)

9. 水村裕恒・渋川三郎 (1968) 農および園 43 (9) : 1415-1421