

ハウスきゅうりの温度管理に関する研究

阿部 泰典・藤井 文明・町田 治幸

Studies on the thermal management
of Cucumber in vinyl house
Yasusuke Abe, Fumiaki Fuji
and Haruyuki Machida

I はしがき

ハウス園芸の経営安定をはかるためには、生産技術の向上と、省力化による経営規模の拡大が必要であって、最近種々の省力資材の開発・利用が行なわれている。

温風暖房機、地下加温機もこのような時代の要請によって登場したものであるが、作物の温度適応性に関する基礎的資料に乏しく、これらの器材の有効利用については、まだ多くの問題が残されている。

また、無加温半促成栽培において最も省力的保温とされている二重固定被覆については、すでに実用化されているがこれを裏付ける資料に乏しい。

筆者らは、43年より、きゅうりを用いてハウスの温度管理に関する試験を行なっているが、2～3の結果を得たので、その概要について報告する。

なお、本試験は総合助成により実施したのである。

II 地温、気温と生育、収量に関する試験

試験-1 地温上昇の効果について(1968～69)

試験方法

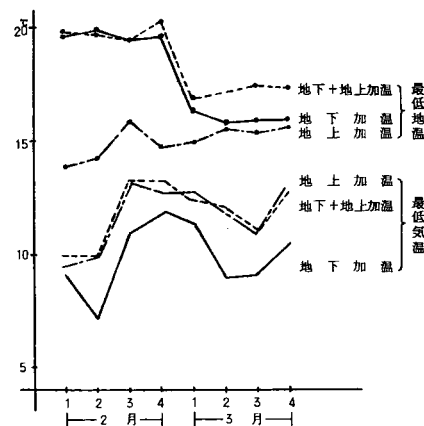
1968年12月16日、は種の久留米Hを、1. 地下加温区、2. 地下+地上加温区、3. 地下加温区に定植した。地下、地下+地上加温区の地温は、フジカベトヒーターを使用し、定植から2月28日までは最低地温20℃に、3月1日から21日までは15℃にセットして使用した。気温は、地下加温区はハウス内カーテン(0.03mmビニール)のみとし、地上、地下+地上加温区はセンター温風機を最低12℃にセットして、4月上旬まで使用した。

ハウスは3連棟、300㎡を3等分して使用し、ハウスは0.075mmのビニールを使用した。なお栽植密度は10a 2,700本である。

試験結果

各区の温度経過は第1図のとおりであり、地下、地下+地上加温の最低地温は2月下旬までは20℃、3月上旬からは、地下+地上加温区が地下加温区より1℃くらい高く、17℃前後で経過し、地下加温区は16℃前後であった。また地上加温区は14℃くらいから徐々に上昇し、3月上旬からは15℃を確保できた。

気温は地上、地下+地上加温区は、11～13℃くらいで経過し、地下加温区は半旬別では高くなっているが6℃以下の日も多かった。



第1図 加温部位と最低気・地温の経過 半旬別(1969)

このような温度条件下の生育は第1表のとおりであるが、地下+地上加温区の生育は最も旺盛で、明らかに徒長生育を示した。地下加温区では、最低気温が5～6℃まで下ると葉が内側に捻転し、寒害をうけたため、温風を送風して生育の回復をはかったが、生育は抑制され、とくに節間のつまりが目立った。

最も理想的な生育を示したのは地上加温区であり、収量も重量的には最も多く、また果実の伸張も良好であった。

第1表 加温部位と生育

	2月6日		2月24日		4月3日		5月15日	
	調査	調査	調査	調査	調査	調査	調査	
1. 地下加温区	38.8	5.8	114.5	12.3	2.56	27.4	4.44	49.3
2. 地下+地上加温区	48.2	6.1	148.2	14.2	3.39	31.5	6.07	52.4
3. 地上加温区	43.5	5.8	136.5	13.5	3.14	30.7	5.50	51.1

地下+地上加温区が最も旺盛な生育をしながら収量が最も低かったのは、徒長生育に原因するものと思われる。地下加温区が抑制気味の生育を示したのは、気温確保がじゅうぶん行なわれなかったことによるが、収量も多く生育の回復が早かったのは、高地温の効果と思われる。

第2表 収量成績(15株当り) (1969)

		上物		下物		上物+下物	
		個数	重量	個数	重量	個数	重量
1. 地下加温区	初期収量(3・4月)	ケ	kg	ケ	kg	ケ	kg
	全期収量(3・4・5月)	447	32.9	172	10.2	619	43.1
2. 地下+地上加温区	初期収量(3・4月)	233	17.4	134	7.2	367	24.6
	全期収量(3・4・5月)	412	30.4	168	9.7	580	40.1
3. 地上加温区	初期収量(3・4月)	246	19.1	121	7.0	367	26.1
	全期収量(3・4・5月)	442	32.7	167	10.8	609	43.5

試験-2 適地温について

試験方法

1969年11月10日まきの久留米H, 新交3号を高地温区, 中地温区, 低地温区に, 12月24日に定植した。

高地温区は地下加温機の配管を15cmの深さ, 30cm間隔に2本設置し, 中心点に定植し, この地点でサーモスタットを20℃にセットした。

中地温区は同一地下加温機の温湯管を中心より15cmの場所に配管し, 中心点に定植して, 地温を測定した。

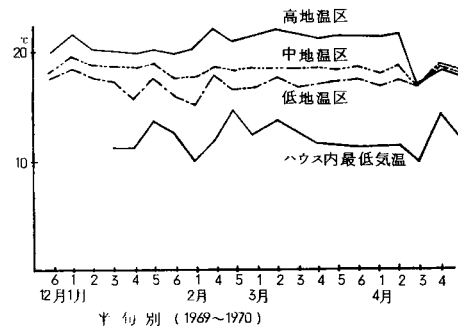
低地温区は地下加温を行なわなかった。

ハウスは試験-1のハウスを使用し, 気温は温風暖房機を最低10℃にセットして, 各区共通で使用した。

なお久留米Hは10a当たり, 2,400, 3,000本植えの無摘心栽培とし, 新交3号(白イボ)は1,800本植え, 23節の摘心栽培とした。

試験結果

各区の気象は第2図のとおり, 最低地温は高地温区で20~22℃, 中地温区で18~19℃, 低地温区も15~16℃。気温は最低10~12℃で経過した。



第2図 処理区別地温(半旬別-9時-)とハウス内最低気温

生育は全般的に順調であり, その差は明らかでなく, 気温を一定にした場合, この程度の地温差が直接生育に関係することは少ないものと思われる。

収量については, 第4表, 第3図のとおり高地温区と中地温区との差は, 粗植においては高地温区がよく, 密植については中地温区が僅少ではあるが多収となっており, その差は明らかでない。しかし中地温区と低地温区との差は各区とも明らかであり, 地温の効果と認められた。また, このような傾向は新交3号についても同様であった。

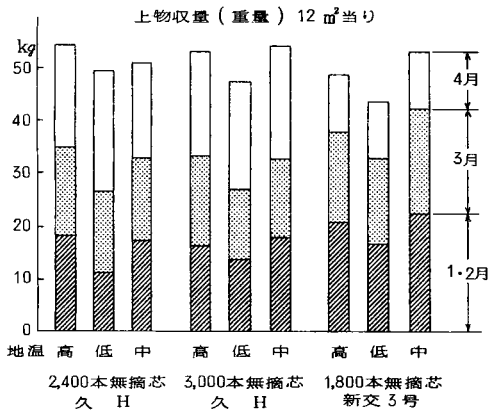
第3表 地温の高低と生育の推移

(1970)

処 理	栽植本数	月日 項目 品種	2月13日		3月11日		3月25日		4月15日	
			草丈 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉数 枚	草丈 cm	葉数 枚
高地温区 20~22℃	10a 2,400本	久留米H	236	25.8	363	37.3	432	42.5	528	49.2
	10a 3,000本	"	235	26.9	346	37.6	436	42.9	522	49.0
	10a 1,800本	新交3号	213	23.0	215	23.0	224			
中地温区 17~19℃	10a 2,400本	久留米H	246	26.4	356	37.8	434	42.9	523	49.1
	10a 3,000本	"	240	26.5	357	37.5	425	42.3	508	47.3
	10a 1,800本	新交3号	209	23.0	223	22.9	228			
低地温区 14~16℃	10a 2,400本	久留米H	234	26.4	353	37.1	442	43.1	543	49.8
	10a 3,000本	"	227	25.2	359	36.8	411	40.9	520	48.2
	10a 1,800本	新交3号	201	23.0	214	23.0	225			

第4表 地温の高低と収量

	栽 植 数 (10a)	品 種		1 月		2 月		3 月		4 月		5 月	
				個数	重 量	個数	重 量	個数	重 量	個数	重 量	個数	重 量
高地温区	2,400	久H	上果	10	805	232	17,290	229	16,725	269	18,964	740	53,784
			下果	5	305	141	9,006	107	6,294	92	5,111	345	20,716
	3,000	久H	上果	4	235	232	16,538	220	16,400	280	20,421	736	53,594
			下果	8	555	154	10,076	130	7,679	104	5,453	396	23,745
	1,800	新交 3号	上果	28	1,730	275	18,971	226	17,530	171	11,524	700	49,755
			下果	4	265	62	3,663	151	8,785	166	8,148	383	20,861
中地温区	2,400	久H	上果	5	495	228	16,555	217	16,240	265	18,980	715	52,270
			下果	3	200	134	8,624	107	6,590	74	4,050	318	19,464
	3,000	久H	上果	8	550	261	18,135	197	13,775	314	22,204	780	54,664
			下果	2	105	133	7,984	123	7,334	99	5,533	357	20,956
	1,800	新交 3号	上果	38	2,655	292	20,709	252	18,940	184	11,624	766	53,928
			下果	2	135	81	4,557	122	6,380	146	6,589	351	17,661
低地温区	2,400	久H	上果	1	50	167	11,504	209	15,365	269	20,321	646	47,240
			下果	0	0	133	7,573	110	6,402	84	4,437	327	18,412
	3,000	久H	上果	1	50	203	14,127	182	13,375	285	20,112	671	47,664
			下果	0	0	125	7,030	144	8,350	97	5,226	366	20,606
	1,800	新交 3号	上果	24	1,540	233	15,159	206	15,860	175	11,495	638	44,054
			下果	1	65	63	3,703	91	5,520	146	7,061	301	16,349



第3図 地温の高低、栽植本数と収量との関係

III ビニールハウスの二重固定被覆に関する試験

試験方法

底辺 5.5 m, 長さ 20 m のビニールハウスを四等分 (両端 1 m を除く) し, 外ビニールより 3.0 cm の間隔に塩化ビニール, ポリエチレン, 酢酸ビニールを二重固定被覆とし, 慣行の内部塩化ビニール被覆の日中取除き区と比較検討した。ハウス被覆は 0.075 mm の塩化ビニールを使用し, 内部被覆はすべて 0.05 mm のものを使用した。

きゅうりは, 1968年12月16日まきの久留米Hを, 地中加温機を使用した加温ベッドに1月26日定植し, 地温は 18~20℃ で管理した。

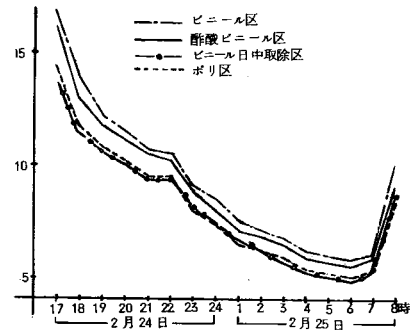
温度管理は, 日中ハウスのサイドで換気し, 更に内部被覆の裾部をあげて管理した。

なお二重固定被覆は 4月15日に除去した。

試験結果

各区の温度経過は第4・5図のとおりであり, 夜間の保温力は, ビニールが最も高く, 酢酸ビニール, ポリエチレンの順となり, 塩化ビニールの日中取除き区は, ポリエチレンと同じような温度経過を示す。

日中の温度は, 塩化ビニール, 酢酸ビニールはほとんどかわらず, ポリエチレンがこれにつき, 塩化ビニールの取除き区は更に低く, 塩化ビニールの固定被覆より, 5~6℃ 低めとなる。



第4図 二重固定被覆の資材と夜間の温度経過 (1969)

生育は夜間の保温力に関係して明らかな差が認められるが, 酢酸ビニールとポリエチレンの差は明らかでなかった。

収量は塩化ビニール、醋酸ビニールがほぼ同量で最も多く、ポリエチレンとの間には、かなりの差が認められた。塩化ビニールの日中取除き区はポリエチレンより更に低く、塩化ビニールの二重固定被覆の効果および被覆材の種類として、塩化ビニール、醋酸ビニールの効果が高いことを確認した。

第5表 二重固定被覆の種類と生育

		(1969)											
		2月7日		2月25日		4月3日		5月15日					
		調査		調査		調査		調査					
		草丈	葉数	草丈	葉数	草丈	葉数	草丈	葉数	草丈	葉数	草丈	葉数
1	ビニール日中 とりはずし区	37.0	5.3	81.2	10.9	157	25.0	4.05	46.4				
2	ポリ張詰区	37.0	5.3	97.5	12.0	1.82	24.6	3.89	46.1				
3	酢酸ビニール 張詰区	36.9	5.6	94.4	12.1	1.89	25.3	4.04	46.7				
4	塩化ビニール 張詰区	38.6	5.7	105.7	12.8	1.96	26.6	4.45	50.0				

第6表 二重固定被覆の種類と収量
(20株)

(1969)

		上 物		下 物		上物+下物	
		個数	重量	個数	重量	個数	重量
1 ビニール 日中とり はずし区	初期収量 (3・4月)	ヶ	kg	ヶ	kg	ヶ	kg
	230	18.5	182	10.8	412	29.3	
2 ポリ張 詰区	初期収量 (2・3・4月)	ヶ	kg	ヶ	kg	ヶ	kg
	292	24.0	180	10.6	472	34.6	
3 酢酸 ビニール 張詰区	初期収量 (2・3・4月)	ヶ	kg	ヶ	kg	ヶ	kg
	368	30.0	185	10.5	553	40.5	
4 塩化 ビニール 張詰区	初期収量 (2・3・4月)	ヶ	kg	ヶ	kg	ヶ	kg
	371	29.8	188	11.1	559	40.9	
		650	52.3	284	20.2	934	72.5

IV 考 察

門田¹⁾によると、きゅうりの根毛発生限界地温は12℃、根の伸張適地温は32℃とされ、ハウス栽培においても、かなり高地温が必要と考えられてきた。

しかし、実際栽培においては、このような高地温を確保することは困難であり、電熱、踏み込みなどによって20℃を目標に地温の確保が行われてきた。

ところが最近になって地下加温機が開発され、経済的に地温が確保されるようになり、生育適地温が何度であるかということが議論されるようになった。

地温については、その後の研究によって、気温、光要因、品種などによって異なることが報告されており、2)3)4)5)6)7) 生育ステージによっても異なることが予想される。

堀らは、⁵⁾きゅうりの幼植物を用い、夜間最低気温をかなり高温状態で、地温との組合せにおいて実験した結果では、いずれの気温下(23~18℃, 28~23℃)

でも高地温ほど生育は促進されるが、高気温区での地温18℃、23℃では徒長気味の生育を示すとしている。

また藤井ら³⁾が、最も实际的に近い気温条件下で、地温との組合せで実験した結果では、気温25~5℃では地温14~16℃、25~8℃では14℃、25~3℃では18℃が優れており、従来考えられてきた地温よりはるかに低い地温である。

実験-1の結果でも、最も理想に近い生育を示したのは、地上加温区であり、最低気温12℃前後で、地温15~16℃前後であればよいことを示しており、前者の実験結果に近い値となっている。

また実験-2で、最低気温11℃前後で、高地温と中地温との間には、生育、収量にほとんど差を認めず、温風暖房機の保温目標が、最低10℃とされている場合、16~18℃を地温の確保目標として差支えないものと考えられる。また、白いきゅうりは全般的に高温を必要とするといわれるが、新交3号は低温伸張性がよく、久留米Hと同程度と思われる。

実験-1の地下+地上加温区が最も旺盛な生育を示しながら、収量が低かったのは、徒長の原因と考えられるが、3月になって、地温17℃前後で更に徒長したのは観察の結果では、他の区に比し、飛び節が多く、これが徒長を促進し、低収量になったものと考えられ、初期の高地、気温には注意しなければならぬ。

また、実験-1の地下加温区が最も生育がおくれながら、収量が多かったのは、地温の影響と考えられるが、5~6℃以下の低温にありと寒害をうけ、その都度温風によって生育の回復をはかったためである。

したがって、このような栽培型で、地下加温機だけにたよることは、最低気温の確保が困難であり、実際的に不可能である。

ハウス栽培における最も初歩的・経済的な保温は、ハウス内の被覆であり、温風暖房機の効率的な使用においても不可欠であるが、光線の関係で日中の除去がすすめられてきた。

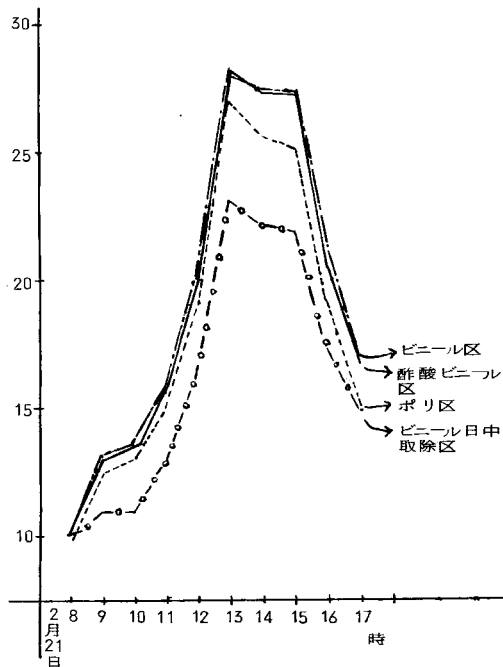
しかし高知県では、かなり以前から二重固定被覆が行われており、本実験においても著しい効果が認められた。

生育においては保温力に比例したのは当然であるが、醋酸ビニールが保温力において、塩化ビニールより劣りながら、ほぼ同程度の収量をあげたのは、光線の透過率がよかったためと考えられる。

ビニールの固定被覆は日中取除き区の間最低気温より1℃くらい高く、また同一温度が第4図のように、1.5~2時間くらいおくれ経過しており、土岐⁸⁾の指摘する同化養分の転流も併せ関係しているものと考えられ、実験-1、-2の夜間の最低気温のみを対象とした従来の温度管理法についても反省しなければならない。

また、ビニール日中取除き区とポリエチレン区との夜

間の温度差は、ほとんどないが、生育、収量にはかなりの差があり、第5図のように、日中ビニール除去後の急激な温度変化と低温が関係しているものと考えられる。



第5図 二重固定被覆の種類と日中の温度経過 (1969)

このように、本実験において、とくに固定被覆の効果が顕著であったのは、かなり低温期の試験であったため、このような条件下では、光線より温度が先行するものと考えられる。

V 摘 要

(1) 1968～1970年に、地下加温機と温風暖房機を利用して、主として、ハウスきゅうりの地温と、二重固定被覆の効果および被覆資材について検討した。

(2) 高気温(最低12℃)の確保できる場合、高地温(20℃)では、かえって徒長傾向となり、普通一般的に、温風暖房機の管理目標とされている最低気温10℃前後では、地温16～18℃確保できれば、じゅうぶんとみられた。

(3) 高地温(20℃)の効果は認められたが、本県の栽培型(12月下旬～1月上旬定植の二重被覆)では、地下加温機だけの使用で必要な気温確保は行なわれず、温風暖房機との併用が必要と考えられる。

(4) 二重固定被覆の効果は非常に高く、とくに気温の低い時期の利用は効果的で、被覆資材としては、塩化ビニール、醋酸ビニールが有効と認められた。

参 考 文 献

- 1) 門田寅太郎(1959): 蔬菜のトンネル栽培・園芸学会昭和34年度秋季大会シンポジウム発表要旨, 37-39
- 2) 藤井健雄・伊藤正・椎名不二男・湊莞爾(1962): 果菜栽培温度に関する研究(1). 千葉大学園芸学部学術報告(10), 59-70
- 3) 藤井健雄・伊藤正(1962): 果菜栽培温度に関する研究(2). 同上, 71-80
- 4) 藤重宣昭・杉山直儀(1966): トマトの生育に及ぼす地温の影響(予報). 園芸学会昭和41年度春季大会発表要旨, 181-182
- 5) 堀裕・新井和夫・細谷毅(1966): 温度条件とそ菜の生育, 養分吸収に関する試験(第1報). 園芸学会昭和41年度春季大会発表要旨, 171-172
- 6) 加藤徹(1964): 果菜育苗中の地温, 気温と苗の生態との関係. 農業および園芸, 39(7)1135-1136
- 7) 板木利隆(1969): 施設園芸における地温管理と問題点. 園芸学会昭和44年度秋季大会シンポジウム講演要旨, 87-98
- 8) 土岐知久(1970): 施設栽培における適環境条件の植物生理学的研究(第1報). 園芸学会昭和45年度春季大会発表要旨, 192-193