

第Ⅲ章 キュウリの促成栽培における温度管理が温熱環境、作業負担及びキュウリの生育・収量に及ぼす影響

第1節 緒言

キュウリ (*Cucumis sativus* L.) の促成栽培では、生育促進と増収を目的として、午前中の栽培施設内を高温・高湿度に管理するいわゆる「蒸し込み栽培」が行われている(宮本・阿部, 2004; 土岐, 1987)。キュウリの光合成適温は、15~20℃付近(池田, 1978; 巽・堀, 1970)、これより高温域の28~33℃(長岡ら, 1984)もしくは30~35℃(岩切・稲山, 1975)とされ、37℃でも26℃に比べた光合成速度の低下はわずかであり(王・橋, 1996)、キュウリは比較的高い温度でも光合成を活発に行う。また、湿度は高いほど乾物生産量が多く、生育に好適とされている(崎山ら, 2002; 矢吹・宮川, 1970)。このため、光合成が盛んに行われる正午ころまで、施設内を気温30~33℃、湿度70%以上に管理し、午後から換気量を多くして徐々に室温及び湿度を低下させる温・湿度管理が行われている(宮本・阿部, 2004; 土岐, 1987)。

このようなキュウリの生育にとって好適とされる環境は、作業者にとっては不快な環境であり、特に、高温・高湿度管理が行われる午前中は、キュウリの収穫作業が行われる時間でもあり、生産者は連日、劣悪な環境条件下で作業を行っている。

生産者の高齢化、後継者不足が進む中、担い手となる新規就農者にとってキュウリ経営を魅力あるものとするとともに、雇用労力の確保を容易にする上で、ハウス内の作業環境の快適化は重要な課題となっている。

キュウリの施設栽培における作業の快適性に関する環境要因としては、施設内の温度が最も大きいと考えられる。小嶋(1978)の調査によると、ハウス内での作業者は湿度よりも温度の影響を強く受けており、日照下でのハウス内温度が32~33℃以上になると、長時間の作業を苦痛に感じるようになる。宮本・阿部(2004)は、キュウリの促成栽培において13時までの施設内気温を28~30℃に管理すれば、慣行の32℃と同等の収量が得られるとともに、作業の快適化を図ることができるとしている。これに対して平岡ら(2002)は、半促成栽培において宮本・阿部(2004)より低い温・湿度を設定し、室温25℃・相対湿度40%の温・湿度管理にすると室温30℃・相対湿度60%に比べて初期収量が減少するものの総収量は増加することを報告している。しかし、この温・湿度管理では室内の温熱環境は改善されるものの、キュウリの促成栽培においては、収穫初期の12

~2月は価格が高い時期にあたる(東京青果物情報センター, 2008)ため、初期収量の減少は収益性の低下をもたらすものと推察される。一方、崎山ら(2001)は、35℃の高温管理から一時的に気温低下処理をすると乾物生産量や純同化率が低下するが、その後に再度高温処理をすることで乾物重の相対生長率が13.3%、純同化率は8.2%増加することを報告しており、この変温管理を応用することでキュウリの初期収量を低下させることなく、施設内の作業の快適化を図ることができないかと考えた。

本研究は、収穫作業時間帯の午前中の施設内温度を下げ、その代わりに作業終了後に一時的に昇温させる温度管理が、施設内の温熱環境、作業者の労働負担及びキュウリの生育・収量・品質・病害の発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

第2節 材料及び方法

試験は、千葉県農業総合研究センター(現千葉県農林総合研究センター)生産技術部野菜研究室(千葉市)の間口7 m、奥行22.2 m、軒高2.3 m、棟高3.3 m、1室155.4 m²のガラス温室を2棟使用して、2002年度及び2003年度の2か年実施した。ガラス室内部には、厚さ0.1 mmの農業用ビニルで内張りカーテンを屋根面及び側面に設置し、屋根面の2か所を8時30分~16時30分まで各幅20 cm(合計開口面積率3.1%)開放した。穂木品種には、'ハイグリーン21'(株)埼玉原種育成会)を、台木品種には、'ひかりパワーゴールド'(株)ときわ研究場)を供試した。試験区は、ガラス室の天窗の換気設定温度を変えて変温区と慣行区の2区を設けた。慣行区は両年とも同一の温度設定で、6時30分~13時30分までは29℃、その後15時まで25℃、15時~16時45分まで22℃、16時45分以降20℃に設定し、最低夜温が13℃になるように温湯で加温した。2002年度の変温区は、9時30分~11時30分までは25℃、11時30分~13時30分まで38℃に設定し、その前後は慣行区と同様の温度管理とした(以下、38℃変温区とする)。2003年度の変温区は、9時30分~11時30分を前年同様25℃、11時30分~13時30分までは33℃に設定し、その前後は慣行区と同様の温度管理とした(以下、33℃変温区とする)。変温管理は、収穫開始日から収穫終了日まで行い、収穫前は慣行区と同様の温度管理をした。

1. 変温管理が温熱環境及び作業者に及ぼす影響

収穫作業時間帯である9時30分~11時30分の変温管理が

施設内の温熱環境及び作業者の労働負担に及ぼす影響を明らかにするため、室内のWBGT及び作業者の心拍数を調査した。WBGTは、室内の気温、湿度、黒球温度を測定し、次式により算出した。

WBGT (°C) = 0.7×湿球温度+0.2×黒球温度+0.1×乾球温度

気温、湿度、黒球温度の測定位置は、ガラス室中央、高さ1.5 mとした。気温、湿度の測定は、通風型温湿度計 (HT-10, ESD社製) を、データの記録はグリーンキット (GK-102, ESD社製) を使用し、黒球温度と湿球温度はサーモレコーダー (RH-11, ESPEC社製) を用いて測定した。

作業者の労働負担を評価するため、作業中の心拍数を調査した。被験者は25歳と49歳男性で、2人の被験者が作業する試験区は調査日ごとに交互に入れ替えた。着衣は、上半身は半袖シャツ、下半身は長ズボンとした。心拍数は、心拍数記憶装置 (S610i, ボラール社製) を使用して5秒間隔で測定した。被験者は、作業前に室内で座位による10分間の安静をとった後、各ガラス室に移動して作業を開始した。作業内容は、ハサミを用いてキュウリの収穫を行い、収穫終了後に収穫したキュウリを室内数か所にまとめ、その後つる下ろし誘引を行った。全作業時間は90~120分とした。調査は2004年3月9日~4月28日の間に7回実施した。

2. 変温管理がキュウリの生育・収量・品質・病害の発生に及ぼす影響

2002年度は、試験区として慣行区と38°C変温区を設けた。穂木は2002年10月3日、台木は10月4日に播種し、10月15日に呼び接ぎを行い、10月30日に定植した。栽植様式は畝幅185 cm、株間50 cm、1,080株・10 a⁻¹、主枝の9~12節から4本の子づるを伸ばし、つる下ろし整枝とした。10 a当たり基肥量は、窒素38 kg、リン酸49 kg、加里38 kgとした。果実収量は2002年12月18日~2003年4月25日まで毎日収穫し、等級別重量及び本数ならびに曲がりの程度を3 cm未満と3 cm以上のものに分け、曲がりの程度別果数を調査した。

2003年度は、試験区として慣行区と33°C変温区を設けた。穂木は2003年10月2日、台木は10月3日に播種し、10月14日に呼び接ぎを行い、10月31日に定植した。栽植様式、整枝法、基肥施用量及びその他の管理は前年に準じた。果実収量は、2003年12月11日~2004年4月30日まで毎日収穫し、前年同様に調査した。

両年とも試験は1区9株、3反復とし、ガラス室内の温度、湿度、キュウリの子づる長、果実重量、果皮色、果実内部障害、うどんこ病、べと病の発生を調査した。子づる長は2週間間隔で調査し、果皮色は3月上旬から2週間おきに各区とも中庸な大きさの果実9本の中央部の表皮を厚さ

2 mmに剥いた果皮切片を色彩色差計 (CR-100, ミノルタ社製) で測定した。果実内部障害は、2月下旬から2週間間隔で各区9果を縦断してその内部状態について調査した。うどんこ病及びべと病は、各株の展開上位葉10葉について6段階の発病指数 (0:無発病~5:葉面積の50%以上に病徴がみられる) を用いて評価した。発病度はΣ (発病指数×発病指数別葉数) / (5×調査葉数) ×100により算出した。

3. 33°C 変温管理がキュウリのうどんこ病の発生に及ぼす影響

2003年度の試験において、キュウリにうどんこ病菌を接種して検討した。穂木品種には、'はるか' ((株)ときわ研究場) を、台木品種には、'ひかりパワーゴールド' ((株)ときわ研究場) を供試した。キュウリは2004年3月18日、台木は3月19日に播種し、3月31日に呼び接ぎをして、4月19日に圃試処方3・4⁻¹濃度 (EC 2.0 dS・m⁻¹) の培養液を入れた1・5,000 a⁻¹ワグネルポットに鉢上げし、4月21日にうどんこ病罹病葉の分生子を株全体に均一に振り落として接種した後に、33°C変温区と慣行区のガラス室に各区8株搬入して温度処理を開始した。4月30日に各株展開した9葉についてうどんこ病の発生を前試験に準じて調査した。

第3節 結果

1. 変温管理が温熱環境及び作業者に及ぼす影響

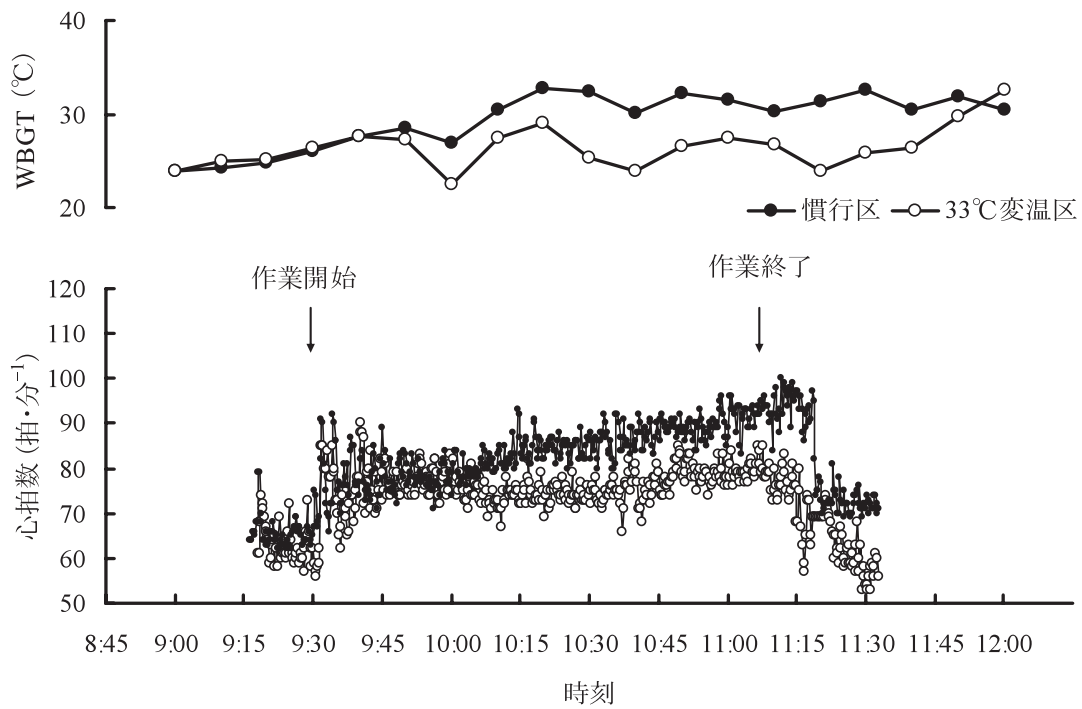
晴天となった2004年3月9日の調査では、WBGTは10時15分に30°C以上になり、それ以降30~33°Cの間を推移したのに対して、変温区のWBGTは29.1°Cを最高値としてほとんどが24~27°Cの間を推移した (第4図)。

被験者の心拍数は、慣行区では作業開始後から経時的に上昇し、11時前から90拍・分⁻¹を超えたのに対して、33°C変温区では70~80拍・分⁻¹の間を推移した (第4図)。晴天日及び曇天日に行った他の6回の調査においても、作業者の心拍数は、試験区の被験者が異なっても常に変温区で少なかった (データ略)。

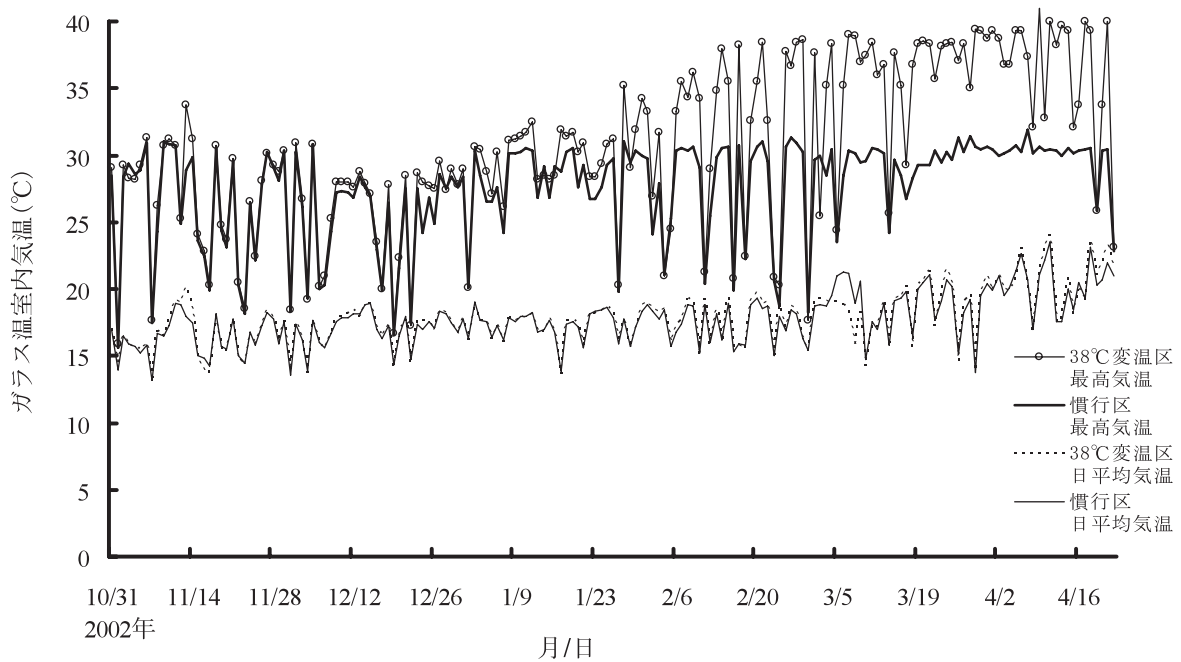
2. 変温管理がキュウリの生育・収量・品質・病害の発生に及ぼす影響

2002年度の試験において、38°C変温区の室内温度が38°Cまで上昇した日数は2月までで4日のみであったが、3月以降は約半数の日で設定温度を超えた (第5図)。

子づるの伸長は38°C変温区が有意に抑制され、1日当たり伸長量は慣行区と比較して1 cm以上の有意な差が生じた (第6図)。果実収量は、2月までは温度管理の違いによる有意な差が認められなかったが、3月以降には38°C変温区は慣行区よりも低下し、特に上物収量の低下の程度が大きかった。栽培期間を通した38°C変温区の上物収量は慣行



第4図 温度管理を異にしたガラス温室内のWBGT及び作業者の心拍数の推移 (2004年3月9日)



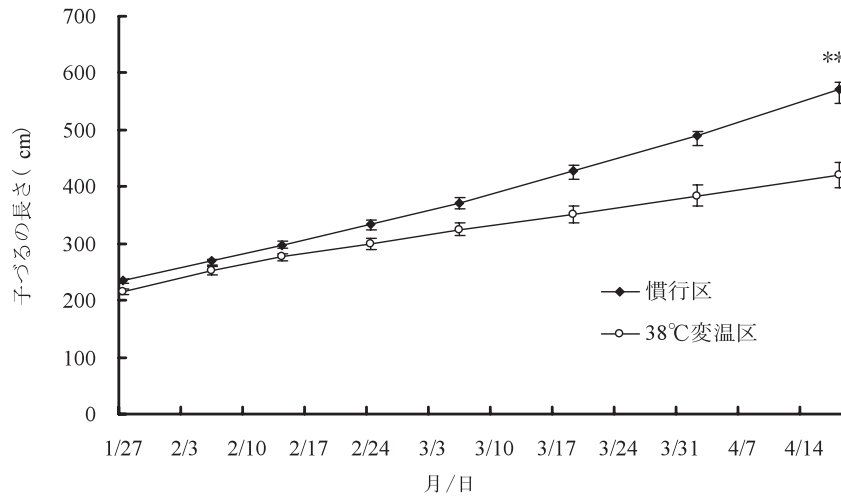
第5図 2002年度試験期間中のガラス温室内の気温の推移

区の76%と低下したが、下物も含めた総収量には明らかな差が認められなかった(第6表)。

38°C変温区で発生が多かった下物の主なものは、曲がり果であった。38°C変温区の果皮色は、慣行区に比べて淡かった(第7表)。果実内部障害は、両区とも調査期間を通じて全くみられなかった(データ略)。収穫後期にうどんこ病の発生がみられたが、38°C変温区は慣行区に比べて発病率及び発病度が低かった(第8表)。

2003年度の試験において、33°C変温区の室内温度は、12月及び1月は設定温度の33°Cに一度も到達することなく、2月12日に初めて33°Cに達した。2月以降は50%以上の日で設定温度以上になった(第7図)。変温処理期間の日最高気温の平均は33°C変温区が29.6°Cで、慣行区より1.6°C高かった。33°C変温区の相対湿度は、慣行区に比べて9~18時の平均で5.9%、日平均で3.2%低かった(第9表)。

子づるの伸長は、両区の間で明確な差が認められなかつ



第6図 38°C変温管理が促成栽培キュウリの子づるの伸長に及ぼす影響
 垂直線は標準誤差 (n=9) を示す
 t検定により**は1%レベルで有意差があることを示す

第6表 38°C変温管理が促成栽培キュウリの収量に及ぼす影響 (kg・10a⁻¹)

試験区	12月		1月		2月		3月		4月		合計 ^z	
	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量
38°C変温区	430	450	1,550	1,610	2,310	2,510	3,060	3,750	1,060	3,740	8,410 (76) ^x	12,100 (92) ^x
慣行区	470	490	1,480	1,590	2,340	2,580	3,970	4,270	2,780	4,170	11,000 (100)	13,100 (100)
t検定 ^y	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**	ns

^z収穫期間は2002年12月18日～2003年4月25日である

^y t検定によりnsは有意差がないことを, **は1%レベルで有意差があることを示す

^x()内の数字は慣行区を100とした割合を示す

第7表 38°C変温管理が促成栽培キュウリの曲がり果の発生率と果皮色に及ぼす影響

試験区	曲がり果の程度別発生率(果数比率)			果皮色 ^z				調査果数
	3 cm未満 (%)	3 cm以上 (%)	調査果数	L	a	b	b・a ⁻¹	
38°C変温区	73	27	1,053	38.3	-2.0	3.8	-1.9	9
慣行区	85	15	1,150	37.2	-1.3	2.2	-1.7	9
t検定 ^y	**	**	—	**	**	**	*	

^z果皮色は2003年3月19日に調査した

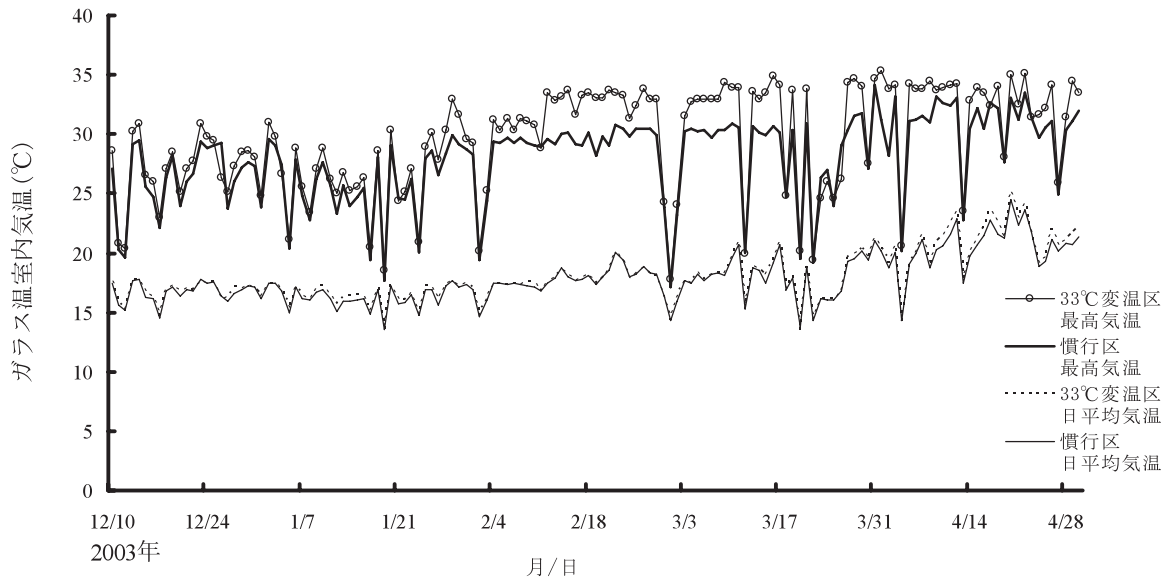
^yt検定により*は5%レベルで, **は1%レベルで有意差があることを示す

第8表 38°C変温管理がうどんこ病の発生に及ぼす影響^z

試験区	発病葉率 (%)	発病度 ^y
38°C変温区	22.9	4.6
慣行区	47.9	20.2

^z2003年4月23日に調査した

^y発病度 = Σ (程度別発病葉数 × 発病指数) / (調査葉数 × 5) × 100

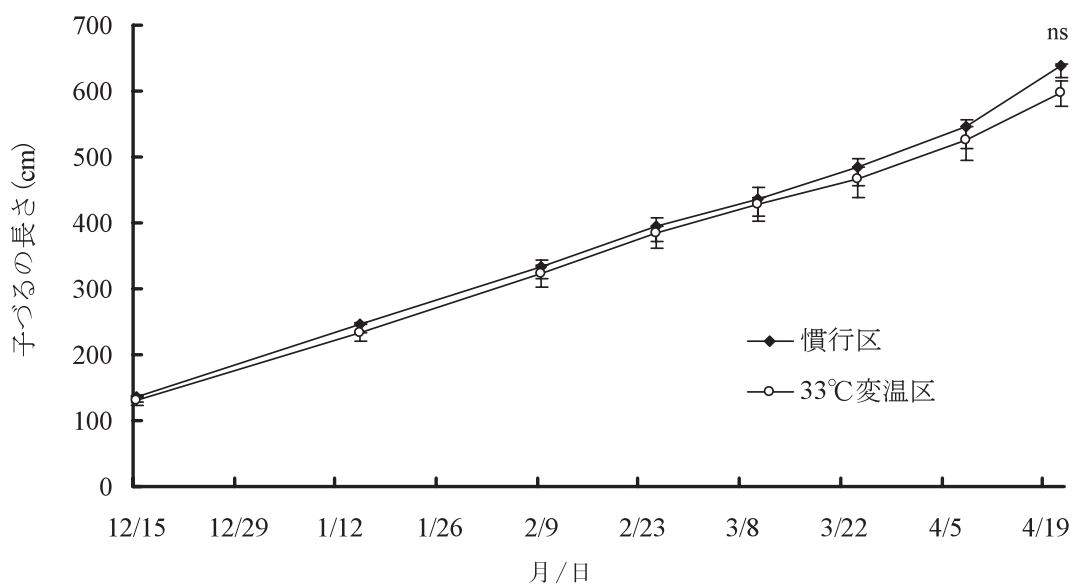


第7図 2003年度試験期間中のガラス温室内の気温の推移

第9表 33°C変温管理開始後の両試験区の施設内温・湿度

月	日最高気温 (°C)			日平均気温 (°C)			相対湿度 (%)					
	変温区	慣行区	慣行区との差	変温区	慣行区	慣行区との差	9~18時の平均			日平均		
							変温区	慣行区	慣行区との差	変温区	慣行区	慣行区との差
12月 ^a	27.1	26.3	0.8	16.9	16.7	0.2	70.1	76.3	-6.2	73.6	76.8	-3.2
1月	26.7	25.7	1.0	16.5	16.3	0.3	70.4	75.9	-5.5	72.2	74.7	-2.5
2月	31.3	28.8	2.4	17.8	17.7	0.1	65.8	72.8	-7.0	72.9	76.1	-3.2
3月	29.9	28.1	1.8	18.0	17.8	0.2	64.1	69.0	-4.9	74.2	76.7	-2.5
4月	32.4	30.5	1.9	21.1	20.6	0.5	55.7	61.8	-6.1	74.6	79.4	-4.8
総平均	29.6	28.0	1.6	18.1	17.9	0.2	65.0	70.8	-5.9	73.5	76.7	-3.2

^a2003年12月11~31日までの平均値



第8図 33°C変温管理が促成栽培キュウリの子づるの伸長に及ぼす影響

垂直線は標準誤差 (n=9) を示す

t検定によりnsは有意差がないことを示す

第10表 33℃変温管理が促成栽培キュウリの収量に及ぼす影響 (kg・10a⁻¹)

試験区	12月		1月		2月		3月		4月		合計 ^z	
	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量	上物	総収量
33℃変温区	600	630	2,290	2,430	3,670	3,870	4,160	4,310	5,080	5,590	15,800 (99) ^x	16,800 (100) ^x
慣行区	690	730	2,320	2,410	3,540	3,720	3,950	4,090	5,400	5,860	15,900 (100)	16,800 (100)
t検定 ^y	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ns	ns

^z 収穫期間は2003年12月11日～2004年4月30日である

^y t検定によりnsは有意差がないことを示す

^x ()内の数字は慣行区を100とした割合を示す

第11表 33℃変温管理が促成栽培キュウリの曲がり果の発生率と果皮色に及ぼす影響

試験区	曲がり果の程度別発生率(果数比率)			果皮色 ^z							
	3 cm未満 (%)	3 cm以上 (%)	調査 果数	2004年3月31日				2004年4月14日			
				L	a	b	b・a ⁻¹	L	a	b	b・a ⁻¹
33℃変温区	94	6	1,357	36.5	-0.9	1.2	-1.4	36.6	-1.1	2.2	-1.9
慣行区	95	5	1,374	36.9	-0.8	1.2	-1.5	36.4	-0.8	1.5	-1.8
t検定 ^y	ns	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z 調査果数は各区9果である

^y t検定によりnsは有意差がないことを示す

第12表 33℃変温管理がべと病及びうどんこ病の発生に及ぼす影響

試験区	べと病 ^z		うどんこ病 ^z	
	発病葉率(%)	発病度 ^y	発病葉率(%)	発病度 ^y
33℃変温区	0.0	0.0	7.3	1.5
慣行区	17.8	4.0	24.3	4.9

^z べと病は2004年3月24日, うどんこ病は2004年4月22日に調査した

^y 発病度=Σ(程度別発病葉数×発病指数)/(調査葉数×5)×100

た(第8図). 上物収量及び総収量は, 収穫期間を通じて両区の間で差が認められなかった(第10表). 曲がり果の程度別割合及び果皮色の差は認められなかった(第11表). 果実内部障害は, 両区とも全くみられなかった(データ略). べと病の発生は慣行区において3月下旬に認められたが, 33℃変温区では全くみられなかった. また, うどんこ病も33℃変温区では発病率, 発病度ともに慣行区より低かった(第12表).

3. 33℃変温管理がキュウリのうどんこ病の発生に及ぼす影響

試験期間中の外気温が比較的高かったために, 慣行区はガラス温室内気温が設定温度より高くなる日が多かった. 10日間の日最高気温の平均は, 変温区が32.4℃, 慣行区30.0℃であった. 温室内の相対湿度は, 変温区が慣行区より低く, 10日間の9～18時の平均では7.8%, 日平均で6.2%の差があった(第13表).

33℃変温区のうちうどんこ病発病葉率は6.9%, 発病度は1.9で, それぞれ慣行区の2分の1, 3分の1と減少した(第14表).

第4節 考 察

高温・高湿度管理を行っているキュウリの促成栽培において, 果実収量やその品質を低下させることなく, 作業の快適化を図る温度管理について検討した.

生産者が通常収穫作業を行う9時30分～11時30分までの天窓の開閉設定温度を変えて温熱環境を調査したところ, WBGTは慣行区の設定室温29℃では30～33℃の間を推移したのに対して, 設定室温を25℃にするとほぼ24～27℃の範囲で推移した. すなわち, 慣行区の室内環境は, 寄本(1992)がサイクリング, 歩行などに相当する150 W・m²の運動量において, 暑熱障害が発生する危険性が大きいとし

第13表 うどんこ病接種後のハウス内温湿度

月 日	日最高気温 (°C)		日平均気温 (°C)		湿度 (%)			
	変温区	慣行区	変温区	慣行区	9~18時の平均		日平均	
					変温区	慣行区	変温区	慣行区
4月21日	32.5	30.2	23.0	22.3	40.8	47.9	67.2	73.2
4月22日	35.1	33.5	24.3	23.6	41.0	48.4	66.8	74.3
4月23日	32.4	29.4	21.6	21.8	60.0	73.4	76.3	85.0
4月24日	31.6	29.7	19.2	18.9	62.6	72.8	77.1	83.8
4月25日	32.2	30.6	19.6	19.3	42.8	53.2	68.4	75.1
4月26日	34.2	30.1	22.1	21.1	50.3	54.6	72.5	77.0
4月27日	25.9	24.9	20.7	20.2	83.8	88.2	87.9	92.7
4月28日	32.4	30.4	21.1	20.8	61.8	69.6	76.9	82.8
4月29日	34.5	30.1	21.7	20.7	41.4	48.1	67.9	74.0
4月30日	33.5	31.0	22.2	21.4	39.0	45.7	67.6	73.1
平均	32.4	30.0	21.6	21.0	52.4	60.2	72.9	79.1

第14表 33°C変温管理がうどんこ病の発生に及ぼす影響^z

試験区	発病葉率 (%)	発病度 ^y
33°C変温区	6.9	1.9
慣行区	13.9	5.6

^z2004年4月21日に菌を接種し、4月30日に調査した^y発病度 = $\Sigma(\text{程度別発病葉数} \times \text{発病指数}) / (\text{調査葉数} \times 5) \times 100$

ている状態であった。中井ら (1990) は WBGT 29.5°C では激しい運動を中止し、31.2°C では運動を中止すべきであるとしている。一方、変温区の WBGT は、宮本・阿部 (2004) がキュウリの促成栽培で目標とした WBGT 30.5°C よりかなり低くなり、設定室温を 25°C に低下させることにより温熱環境は大幅に改善された。

また、作業者の心拍数も慣行区では作業開始後経時的に増加したのに対して、変温区ではほぼ一定に推移した。庄司ら (2003) は、高温時の作業エラーを調査し、WBGT 31°C の条件下では作業中の心拍数が高く、作業期間を通して増加し続けることで作業エラーの頻度が増大することを報告している。庄司ら (2003) の報告と同様、本試験においても慣行区の心拍数は高くなり、作業期間中に経時的に増加し続けていることから、慣行区での作業負担は大きいものと推察され、室温の低下を図ることによって作業負担を軽減できることが明らかとなった。

9時30分～11時30分までの室温を 25°C にすることは作業の快適性を向上させるものの、午前中の温度が不足してキュウリの初期収量の低下が懸念される。そこで、収穫作業が終了する 11時30分～13時30分の 2 時間室内を昇温させ

て午前中の温度の不足分を補う (崎山ら, 2001) 変温管理が、初期収量を低下させずに作業者の心身的負担を軽減できると考えた。

試験初年度は、11時30分～13時30分の室温を高温順化温度とされ、植物体に与える高温ストレスが少ないと考えられる 38°C (李ら, 2003) を設定温度としてキュウ리를栽培した。その結果、慣行区に比べてキュウリの子づるの伸長が抑制され、果実総収量の低下はわずかであったものの、曲がり果の割合が多くなって上物収量が減少するとともに、果皮色が淡くなった。王・橘 (1996) は、キュウリの幼植物を使用した試験で、気温 37°C、地温 26°C の条件では、気温、地温とも 26°C に比べて生育が抑制されるものの光合成速度の低下はわずかであるとしている。本試験における生育抑制は 38°C の高温によってもたらされたものであり、38°C 変温区の総収量が慣行区と差がなかったことは、38°C の変温処理を行っても、光合成速度の低下が少なかったものと推察される。また、高温と曲がり果発生の増加との関係については、今後さらに検討を要する。

前年の試験を受けて、11時30分～13時30分の設定室温をキュウリの光合成適温の上限 (長岡ら, 1984) とされ、よ

り高温ストレスが少ないと考えられる33℃に設定して変温管理をしたところ、収量、品質は慣行区と同等であり、平間ら (2002) が半促成栽培で実施した室温25℃・相対湿度40%でみられた初期収量の減少も認められなかった。このことについては、果実の肥大は5～30℃の範囲では果実温度が高いほど促進され、20℃と30℃では肥大速度に約2倍の差がある (Tazuke・Sakiyama, 1986) とされ、33℃に昇温させたことが果実の肥大を促進したものと考えられる。なお、高温で果実肥大が促進される理由については、果実細胞の代謝活性や細胞の生長速度が高まり、その結果、光合成産物の果実への転流が促進されたためではなかと考えられる (Tazuke・Sakiyama, 1991)。

変温管理によってうどんこ病及びべと病の発生が抑制されることが分かった。我孫子・岸 (1979) は、うどんこ病は35℃以上では分生胞子が発芽せず、菌そうの分生胞子形成量も極めてわずかであることを報告しており、1日2時

間の昇温ではあるが、この変温管理によりうどんこ病の胞子形成が抑制されたことで、その発病率や発病度が低下したものと推察される。また、べと病は、感染の適温が20～25℃で、多湿条件下で多発しやすく (我孫子, 1988)、午前中の換気による湿度低下及び正午前後の感染適温をはずれた高温が発病を抑制したものと推察される。

以上のように、収穫時間帯である9時30分～11時30分までの2時間を施設内温度25℃を目標に管理することにより作業負担が大幅に軽減され、その後13時30分までの2時間を33℃に昇温させることによって慣行区の「蒸しこみ栽培」と同等の収量・品質が得られたうえ、うどんこ病及びべと病の発病を抑制することができた。よって、促成栽培において本変温管理を適用することにより、キュウリの初期収量や品質を低下させることなく、午前中を中心とした施設内での収穫作業の快適化を図ることが可能となった。