

## 開花期前後における高温乾燥条件が 作物の稔実に及ぼす影響

永井 衛\*・山根昌勝\*\*・佐藤一郎\*\*

### Effects of High Temperature and Low Humidity during Flowering on the Ripening of Crop Plants

Mamoru NAGAI,\* Masakatsu YAMANE\*\* and Ichiro SATOH\*\*

#### Summary

The effects of high temperature and low humidity during flowering on the ripening of crop plants were studied. The treatments of the plots were as follows: 30°C/30%, 35°C/30%, 40°C/30%, 45°C/30% in 1979, and 38°C/25%, 38°C/40%, 43°C/25%, 43°C/40% in 1980. The treatments were carried out by placing the potted plants in growth chambers for 20 or 40 hours. Grain sorghum, sunflower, okra, cotton, mung bean and Jew's mallow were used as the test plants.

Ripening was considerably influenced by changing the temperature, with the percentage of ripening decreasing gradually as the temperature was raised above 35°C, and reaching almost 0% at 45°C. On the other hand, there was no marked influence on ripening from changing the humidity level, although there was a slight tendency for the percentage of ripening in high humidity conditions to be lower than in low humidity conditions. The resistance of the various plants to the impediment in ripening due to these environmental factors was found to be in the following order: Jew's mallow > okra, cotton, sunflower > grain sorghum, mung bean.

#### 緒 言

温度条件が各種作物の稔実に影響を及ぼすことはよく知られるところである。そのうち、熱帯地域に

おいては高温に起因する不稔が生ずるといわれ<sup>5),6),8)</sup>それは特に乾燥地域や乾季作に多くみられるという。したがってたんに高温のみでなく湿度も関係しているのではないかと考えられる。しかし、温度条件のみ

\* 静岡大学農学部

\*\* 砂丘利用研究施設砂丘生産利用部門

\* Faculty of Agriculture, Shizuoka University

\*\* Division of Plant Production, Sand Dune Research Institute

の影響に関する研究は数多いが、これと湿度条件、とりわけ乾燥条件を組み合わせた研究は極めて少ない。そこで本研究は開花期前後の高温乾燥条件が作物の稔実にいかなる影響をもたらすかについて調査したものである。試験は鳥取大学農学部砂丘利用研究施設にある乾燥地環境精密制御装置を使用し、1979年から1981年の3カ年実施した。以下その結果を報告する。

### 材料および方法

1. 第1実験 (1979年) : 処理区として温度30, 35, 40および45℃の4区を設け、湿度条件はすべて相対湿度30%とした。なお、自然状態とするもの1区を加え合計5条件を比較した (第1表)。処理期は

第1表 処理区と処理区略記号

年度	気 温	相対湿度	処理時間	区別略記号
1979	30℃	30%	24 時間	A
	35	30	24	B
	40	30	24	C
	45	30	24	D
	自然	自然	—	E
1980	38	25	20	イ a
	38	25	40	イ b
	38	40	20	ロ a
	38	40	40	ロ b
	43	25	20	ハ a
	43	25	40	ハ b
	43	40	20	ニ a
	43	40	40	ニ b
	自然	自然	—	ホ

9月13日17時30分から翌14日同時刻に至る24時間とした。処理中装置内は自然条件の日長と合せた人工照明を実施した。また処理中土壌水分は適度に保ちうるよう配慮した。供試作物はモロコシ、ヒマワリ、オクラ、ワタ、リョクトウの5種である。作物は鳥取砂丘土をつめた1/5,000aワグナーポットに播種し処理前および処理後は自然条件下で生育させた。調査は処理直前および直後の生育状態、収穫期の稔実状態、ならびに処理期間中の蒸散量を測定した。なお蒸散量測定のため処理期間は土面をビニル膜で被覆した。

2. 第2実験 (1980年) : 処理は温度条件として38℃および43℃の2種、湿度条件として相対湿度で25%および40%の2種の2条件を組み合わせた4区と、自然状態とするもの1区の合計5区を比較した (第1表)。供試作物はモルヘア (Jew's mallow), モロコシおよびヒマワリである。処理期はモルヘアについては9月11日14時40分から20時間、モロコシは8月15日17時20分から40時間、ヒマワリは8月15日17時20分から20時間および40時間とした。栽培法その他は第1実験と同じである。ただ調査事項としてモルヘアおよびヒマワリについては花粉の人工発芽および酢酸カーミン液とヨードヨードカリ液による花粉の染色反応を加えた。

3. 第3実験 (1981年) : 第2実験におけるモルヘアの蒸散量測定結果に後述の特異性を認めため、追試験を実施した。処理区は温度37℃—相対湿度40%区、37℃—25%区、42℃—35%区および42℃—25%区と自然条件区の5区を設けた。処理期は8月12日18時から翌日18時に至る24時間である。栽培法および蒸散量測定法は第1実験と同じである。

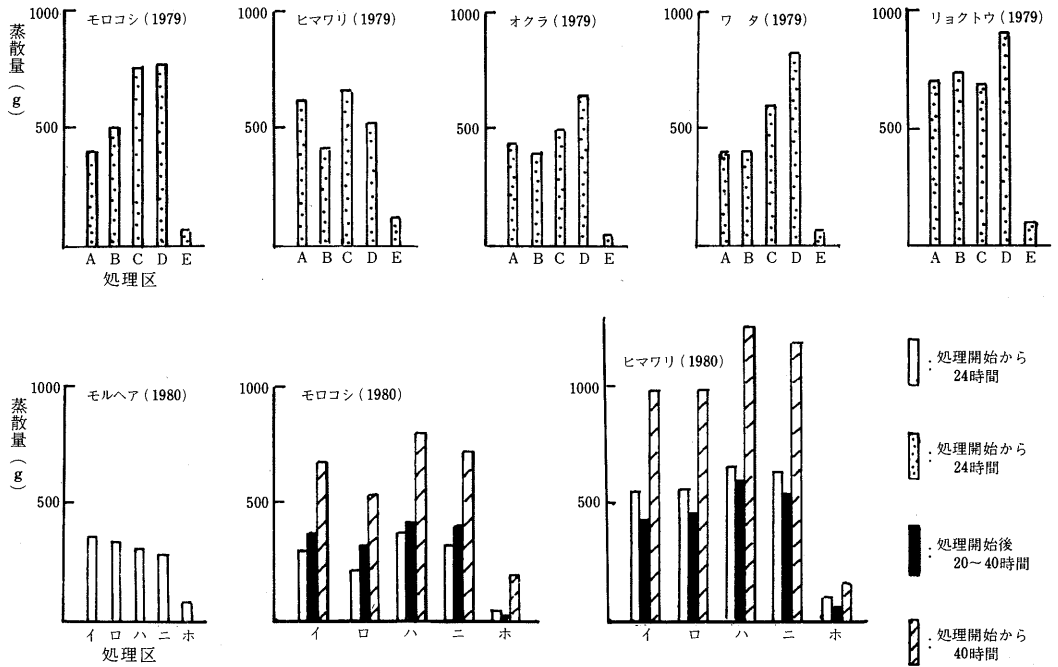
第2表 モロコシにおける処理時の穂の状態と収穫穂の稔実状態 (1979)

区	出穂状況 <sup>1)</sup>		開花始期 <sup>2)</sup>	開花終期 <sup>3)</sup>	収穫穂の稔実状態					
	処理直前	処理直後			穂長	1次枝梗数	1穂無柄小穂数	不稔粒数	稔実歩合	不稔発生部位 <sup>4)</sup>
A	-1.0 <sup>cm</sup>	7.0 <sup>cm</sup>	2日	11日	22.0 <sup>cm</sup>	53.0	1,171	96	91.8%	上
B	0.5	12.0	1	10	22.0	51.5	1,088	66	93.9	全
C	-1.5	5.0	2	12	23.5	54.0	1,214	362	70.2	上
D	6.8	11.0	1	—	21.2	51.5	1,035	1,034	0.1	全
E	5.5	13.8	1	11	22.6	51.5	1,020	142	86.1	全

注 1) 止葉カラー部から穂先端までの長さで示す。ただし(-)は未抽出。

2), 3) 処理日(0)の前(-), 後(+)日数で示す。

4) 穂を上, 中, 下の3部位に分け不稔粒着生の主要部位を示した。全は全体。



第1図 作物別処理期間中の蒸散量 (1個体当り)

結果と考察

1. 第1実験

1) モロコシ (第2表, 第1図) : 処理開始時の植物体は穂が未抽出の個体から止葉カラー部から穂先が5cm程度抽出した個体に至る段階にあり, 処理終了時にはいずれの個体も抽出中あるいは抽出を終わっていた。1穂中の開花期でみるとすべて処理中または処理後1日目には開花を認めた。不稔粒の発生率は30℃および35℃区は自然区と特に変わらず, 40℃においてやや増加したが, 45℃ではほとんど不稔

となり, その後分けつが出現し, 40℃と45℃区の間で明らかな差異を示した。処理期間中の蒸散量は処理温度の高い区ほど大となったが, 40℃と45℃の間ではほとんど差はみられなかった。

2) ヒマワリ (第3表, 第1図) : 処理は筒状花部の外周部の花が既に開花を完了した状態でなされ, 全花の開花完了日は処理後2~3日となった。不稔粒の発生は45℃区では100%と高く, 40℃区は73%となり, 温度の低下と共に順次低下した。しかし, 自然区の方が30℃区および35℃区より低かったので処理の悪影響は40℃以上で生じたものとみられた。

第3表 ヒマワリにおける処理時の花の状態と収穫期の稔実状態 (1979)

区	処理時の花の状態		開花完了日 <sup>1)</sup>	収穫期の稔実状態			
	筒状花部径	左の内末開花部径		全粒数	不稔粒数	稔実歩合	稔実1粒重
A	7.5cm	2.2cm	3日	305	121	60.3%	62.5 <sup>mg</sup>
B	2.0	0.5	3	43	21	51.2	53.7
C	7.2	1.3	3	152	111	27.0	48.8
D	1.5	1.0	—	—	—	—	—
E	5.5	1.1	2	114	62	45.6	63.5

注1) 処理後日数で示す。

第4表 オクラにおける処理時の花の状態と収穫期の結果状態 (1979)

区	処理時における 処理対象花の状態		対象花の開花期 (処理後日数) と結実花 (○印)			収穫期の結果状態			
	蕾数	蕾長 <sup>1)</sup>	第1花	第2花	第3花	結果数	結果率	蒴長 <sup>2)</sup>	蒴径 <sup>3)</sup>
A	3	1.7 <sup>cm</sup>	11° <sup>日</sup>	14° <sup>日</sup>	21 <sup>日</sup>	2	66.7%	15.1 <sup>cm</sup>	2.6 <sup>cm</sup>
B	3	1.5	12°	14°	22	2	66.7	13.5	2.8
C	3	1.5	9°	13°	22	2	66.7	12.1	2.4
D	3	1.5	—	—	—	0	0	—	—
E	3	1.8	10°	13°	19	2	66.7	13.8	2.5

注1) 対象花の平均で示す。

2), 3) は結果果の平均で示す。

第5表 ワタにおける処理時の花の状態と収穫期の結果状態 (1979)

区	処理時における 処理対象花の状態			対象花の開花期 (処理後日数) <sup>3)</sup> と 結実花 (○印)				収穫期における処理対象花の結果状態			
	蕾数	蕾長 <sup>1)</sup>	蕾径 <sup>2)</sup>	第1花	第2花	第3花	第4花	着果数	結果率	果実長 <sup>4)</sup>	果実径 <sup>5)</sup>
A	3	2.8 <sup>cm</sup>	0.9 <sup>cm</sup>	-1 <sup>日</sup>	1° <sup>日</sup>	11 <sup>日</sup>	— <sup>日</sup>	1	33.3%	2.4 <sup>cm</sup>	1.9 <sup>cm</sup>
B	3	3.6	0.8	-2	0	3°	—	1	33.3	5.1	3.2
C	4	3.3	0.8	0	2°	5°	11°	3	75.0	4.6	3.0
D	3	2.9	0.9	1	—	—	—	0	0	—	—
E	3	3.2	0.8	-1°	11°	16°	—	3	100.0	4.1	3.1

注1), 2) は対象花の平均値。

4), 5) は対象果の平均値。

3) は処理日(0)の前(-), 後(+)日数で示す。

ただし、45℃区は処理後5日以内に完全に枯死したので他区と同じ意味での不稔とは断定しえなかった。処理期間中の蒸散量は温度の高低と平行する傾向はみられなかった。これは生葉数および葉面積等の差異によって生じたとも考えられ、ヒマワリの特異性とは判断できなかった。

3) オクラ (第4表, 第1図): 処理は各個体共に3花蕾を存し、蕾長1.5~1.8cmの未開花期に実施した。処理後の開花期調査では処理後10日前後に第1花が開花し、第3花が20日前後に認められた。結果は45℃区を除いてはすべて2果を着生し、果実の発達程度も明らかな差はみられなかった。しかし、45℃区は処理後3~4日ですべて落蕾した。処理期間中の蒸散量は45℃区が最も多く、40℃, 30℃, 35℃, 自然区の順に少なかった。35℃より30℃区が多くなった原因は明らかではないが、45℃区と40℃区の間で差が他区間の差に比し特に大きかった。

4) ワタ (第5表, 第1図): 処理開始時において着蕾数の個体差がみられたので、1株当たり3~4花を対象花と決めて調査した。その結果、対象花の開

花期は処理前2日のものから処理後16日と分散した。これら対象花の結果状況をみると45℃区は皆無となったが、他の4区はいずれも着果し、特に40℃区では75%と高く、果実の肥大も良好であった。これを開花期別にみると処理前および処理中開花した花はすべて落果したが、処理後開花の花は30℃区の1花を除いてはすべて着果した。したがって45℃区を除いては処理による差はなかったことになる。処理時の蒸散量は温度の高い場合にやや多くなるものの、30℃区と35℃区の間では差を示さなかった。

5) リョクトウ (第6表, 第1図): 処理開始時に

第6表 リョクトウにおける処理時の花の状態と収穫期の結実状態 (1979)

区	処理対象 花数	対象花の開花期		収穫期の対象花結実状態		
		1番花	終番花	着実数	着実率	1莢粒数 <sup>1)</sup>
A	4	0 <sup>日</sup>	1 <sup>日</sup>	3	75.0%	2.3
B	2	0	1	1	50.0	8.0
C	15	0	3	4	26.7	5.7
D	9	0	—	0	0.	—
E	8	1	5	3	60.0	4.1

注1) は着実したものの平均値。

第7表 モルヘアの9月7日(処理前4日)から9月21日(処理後10日)の間に開花した花の着花状況と肥大果の着粒状況(1980)

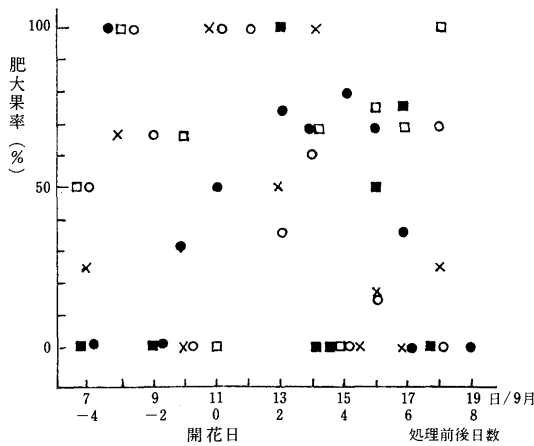
区	全花数	肥大果数 <sup>1)</sup>	不完全肥大果数	落果数	肥大果着果率	肥大果果長	肥大果果径	肥大果果重	1果当り胚子数	1果当り完熟粒数	同左率
イ a	13.3	6.0	2.0	5.3	45.1%	42.0 <sup>mm</sup>	4.9 <sup>mm</sup>	250 <sup>mg</sup>	112	88	78.6%
ロ a	12.0	4.3	4.0	3.7	36.8	43.5	5.2	270	126	79	62.7
ハ a	6.7	2.3	1.7	2.7	34.3	48.7	5.0	270	156	96	61.5
ニ a	8.7	6.0	0.0	2.7	69.0	47.0	5.4	280	141	104	73.8
ホ	10.0	3.8	3.0	3.2	38.0	53.2	4.7	330	150	117	78.0

注1) 肥大果とは果長20mm以上、果径3mm以上の果実をいう。数値はいずれも3個体平均値で示す。

において着生花数および花の発育段階に個体差がみられたので、開花当日ないし開花前3日以内とみられた花を対象花とし、その後の調査を実施した。処理の結果着生歩合に区間差が生じ、温度の上昇と共に低下し、45℃では全く着莢しなかった。処理期間中の蒸散量は45℃区で特に大となった。しかし他区間では温度の高低と一定の関係はみられなかった。

## 2. 第2実験

1) モルヘア(第7表, 第8表, 第1図, 第2図)



第2図 モルヘアの開花日及び花の肥大果率(1980)

区 { ●:イ    ■:ハ    ×:ホ  
      ○:ロ    □:ニ

：モルヘアは開花が長期にわたってみられるので9月7日から20日にわたる2週間内に開花した花を記録し、個々の花の結実結果を調査した。その結果、個体当りの結果率および結果当りの完熟粒率では区

第8表 モルヘアの開花期花粉の発芽率(1980)

区	9月10日	9月11日	9月12日
イ a	2.5%	1.9%	7.2%
ロ a	2.7	2.9	8.5
ハ a	2.0	1.2	10.9
ニ a	1.8	0.2	11.1
ホ	3.1	14.5	47.7

間に明らかな差はみられなかった。開花日別にみても明らかな傾向はみられず、処理当日の開花花でも特に明らかな障害は認められなかった。一方、花粉発芽試験では自然区の発芽率が高く、処理区はいずれも低下した。しかし処理区の間では差異は明らかでなかった。酢酸カーミン液およびヨードヨードカリ液による染色反応では明らかな差は示さなかった。したがって花粉に対する処理の影響はやや障害をもたらすものとみられたが、稔実を大きく阻害するほどのものとは認められなかった。処理期間中の蒸散量をみると低湿区が高湿区より、低温区が高湿区より大きかったが大差はなかった。しかしこの結果は他の作物と異なった様相を示したといえるが、葉面積等の調査をなしえなかったため、これがモルヘアの特性とは断定しえなかった。

2) モロコシ(第9表, 第1図)：処理開始期の穂の状態は自然区を除いては、いずれも抽出始の段階でなされた。不稔粒の発生率は38℃区では湿度のいかにかわかわらず16~18%で自然区の25.3%より少なかった。しかし、43℃区では89%以上と極めて高く、とりわけ湿度40%の場合は100%に近い値をえた。処理期間中の蒸散量は高湿区が低湿区より、低

第9表 モロコシにおける処理時の穂の状態と収穫穂の稔実状態 (1980)

区	出穂状況 <sup>1)</sup>		開花始 <sup>2)</sup>	開花終 <sup>3)</sup>	収穫穂の稔実状態					
	処理直前	処理直後			穂長	1次枝梗数	1穂無柄小穂数	不稔粒数	稔実歩合	不稔 <sup>4)</sup> 発生部位
イ b	16.0 <sup>cm</sup>	33.0 <sup>cm</sup>	-2 <sup>日</sup>	8 <sup>日</sup>	26.3 <sup>cm</sup>	38	948	158	83.3%	上
ロ b	3.0	23.5	-1	8	21.0	44	828	154	81.4	中
ハ b	2.5	6.5	1	10	20.5	47	824	732	11.2	全
ニ b	2.5	11.5	0	—	24.5	52	1,220	1,209	0.1	全
ホ	0.0	4.0	1	11	22.0	43	558	141	74.7	全

注 1), 2), 3), 4) の記載方法は第2表と同じ。

第10表 ヒマワリにおける開花期別にみた結実状態

項目	開花期からみた部位別	イ		ロ		ハ		ニ		ホ
		a	b	a	b	a	b	a	b	
処理前筒状花部径	cm	6.8	6.8	6.3	7.0	6.5	6.3	6.8	7.0	6.1
全粒数	処理前開花部	332	279	267	339	172	281	295	270	298
	処理中開花部	124	154	131	176	60	128	81	159	88
	処理後開花部	137	267	304	237	144	142	198	196	216
	計	592	699	702	751	376	551	574	625	602
完熟粒率%	処理前開花部	74.2	77.1	69.3	74.9	59.8	69.8	67.2	63.0	72.6
	処理中開花部	29.1	51.7	35.5	17.4	43.8	14.1	29.5	11.7	39.5
	処理後開花部	20.9	22.4	15.2	5.4	16.7	0.7	11.6	2.3	28.6
	計	52.5	50.7	39.6	39.2	40.7	39.0	43.0	30.8	49.7
完熟粒100粒重g	処理前開花部	3.9	3.7	3.5	3.7	3.9	3.2	3.8	3.4	3.9
	処理中開花部	3.0	3.4	4.8	3.4	3.8	2.8	4.6	2.4	4.3
	処理後開花部	3.1	2.8	4.5	3.0	3.4	2.0	3.4	3.8	3.1
	平均	3.7	3.5	3.8	3.7	3.8	3.1	3.9	3.3	3.9

注) 数値は各区2個体平均値で示す。

湿区が高湿度区より多く、また自然区を除いてはいずれの区も処理前半の20時間より後半の20時間の方が大となった。

3) ヒマワリ (第10表, 第1図): 処理は筒状花部の外周部が既開花の状態で行われた。処理前開花部における未熟粒の発生率は22%から40%の範囲であった。しかし自然区が27%程度であったことから既開花部への処理の影響は大きいとはいえなかった。次に処理中開花の花では48%から88%の未熟粒発生率を示し、全区間でかなりの差を示した。38℃-20%区を除く他区ではいずれも40時間処理が20時間処理より高くなり、湿度処理間では38℃区の場合は一

定の傾向を示さなかったが、43℃区では高湿度の方が低湿度より未熟粒発生率が高くなった。温度処理間では高温区の方がやや高い傾向を示した。処理後開花の花では処理時間では長い区が、温度では高温区が、湿度では高湿度区の未熟粒発生率が大となる傾向がみられた。花粉の発芽試験結果はいずれの区も全く発芽をみなかった。この点は他の実験<sup>3)</sup>でもヒマワリ花粉の人工発芽が困難であることが認められているので、本実験の自然区花粉も発芽しえなかったこととあわせて、これは発芽試験方法の問題とみられた。酢酸カーミン液およびヨードヨードカリ液による染色反応でも明らかな差はみられず、結局

花粉に与える処理の影響は明らかに認められなかった。処理期間中の蒸散量は高温区が低温区に比し大となったが、湿度処理区間では差がみられなかった。また処理の前半期と後半期の蒸散量の比較では大差はなかったが、やや後半期が少ない傾向がみられ、前記モロコシの場合とは異なった。

### 3. 第3実験

本実験は第2実験のモルヘアの蒸散量測定結果が

第11表 モルヘアにおけるポット当り蒸散量と葉面積100cm<sup>2</sup>当り蒸散量 (1980)

区No.	処理条件		ポット当り蒸散量 M ± S. D	葉面積100cm <sup>2</sup> 当り蒸散量 M ± S. D
	気温 ℃	相対湿度 %		
1	37	40	316.9 ± 63.1	76.0 ± 7.4
2	37	25	251.9 ± 49.6	72.6 ± 7.5
3	42	35	373.8 ± 60.9	101.4 ± 4.2
4	42	25	295.6 ± 64.4	90.2 ± 12.9
5 <sup>1)</sup>	自然	自然	114.4 ± 32.0	31.8 ± 6.3

注 調査個体数は、1, 2区は8個体、3, 4区は7個体、5区は6個体である。

1) 5区は最高気温28.3℃、最低気温19.0℃快晴の状態であった。

他作物の場合と異なる傾向を示したので、再検討する意味で実施したものである(第11表)。葉面積当り蒸散量で比較してみると、高温区が低温区より大となり、湿度条件では高湿度区が低湿度より大となり、前記試験結果と異なった。したがって、第2実験の結果は葉面積の個体間差により生じたものと考えられるが、本実験結果で高湿度条件の方が低湿度条件より蒸散量が大きくなり、これがより高温の場合に顕著であることは注目すべき点と考えられ、特異な作物であることがわかった。

**まとめ** 以上の結果から、供試作物のすべてにおいて程度の差はあれ、40℃では稔実障害が生じ始め、45℃では100%ないしそれに近い決定的な障害を受けることが明らかとなった。この点はSatakeら<sup>7)</sup>も水稻において開花期41℃、2時間処理で100%近い不受精が発生するとし、また岩堀ら<sup>2)</sup>はトマトの高温抵抗性は減数分裂期と開花始が最も低く、その障害を受ける温度は前者では35℃、後者では40℃で落果すると述べている。いうまでもなく稔実障害を生

ずる限界温度はその持続時間、生育段階あるいは前歴等によって変化すると考えられるが、本実験でとった乾燥した湿度条件でもこれら報告とほぼ同じ温度条件で稔実障害が生じたといえよう。次に同一温度条件における湿度条件の影響は、第2実験に示されたごとくそれほど顕著な影響を示さなかった。しかしその間ではいずれの作物も低湿度より高湿度の場合に稔実障害が大となった。この点は西山ら<sup>5)</sup>が水稻の場合29℃および32℃では湿度の減少が不受精を増加させるが、35℃になると逆に湿度が低い方が受精率が高まる傾向があったと報告し、また西川<sup>4)</sup>はトウモロコシ花粉の呼吸量を測定し、湿度80%では湿度30%よりも呼吸が大きく消耗が著しいと述べており、このことから低湿度の方がかえって稔実障害が少なくなることが予想される。これらの報告をあわせみると、高温下では必ずしも低湿度条件の方が高湿度条件より稔実障害を高める原因とはならないと考えられた。しかし藤井の報告<sup>1)</sup>ではトマトの場合、高温下では柱頭褐変による子房枯死花が生ずるが、35℃でも湿潤条件ではこれがほとんど生じなかったと述べており、今後、作物間差あるいは稔実障害を生ずる機構等について解明の上明らかにすべきである。いずれにせよ本実験では湿度条件の高低よりも温度の高低の方が稔実障害発生に与える影響が大きいことは明らかである。次に処理間の蒸散量は全般的に温度条件では高温で大となるが、作物間でその差はかなり異なった。一方湿度条件では低湿度で大となる傾向がみられたが、その差はそれほど大きくなく、特にモルヘアでは葉面積当り蒸散量が低湿度より高湿度において大となった。この点はモルヘアが乾燥地、特にエジプトで栽培の多い作物であり、稔実を含めた生育全般における高温乾燥抵抗性と関係あるようにも考えられ、今後検討を進めていきたい。稔実障害の生ずる原因について花粉調査を実施したが、これとの関連性を明らかにするまでには至らなかった。

### 摘 要

本実験は開花期前後における温度ならびに湿度条件、特に高温と乾燥が作物の稔実に及ぼす影響を与えるかを明らかにしようとしたものである。処理

条件として1979年は相対湿度30%一定下で気温30℃, 35℃, 40℃および45℃, 1980年は温度38℃および43℃, 相対湿度25%および40%の組合せ区を設けた。処理期は開花期前後の20時間ないし40時間とした。供試作物は1979年はモロコシ, ヒマワリ, オクラ, ワタおよびリョクトウ, 1980年はモルヘア, モロコシおよびヒマワリである。

その結果, 温度条件と湿度条件の稔実に与える影響度は前者が大で, 特に40℃から45℃への温度の上昇は稔実を大きく阻害した。これに対し湿度の差はそれ程大きくないが, 高温条件では高湿度の方が低湿度より稔実障害を大にする傾向がみられた。これらの度合に作物間差がみられ, モルヘアで最も小さく, オクラ, ワタ, ヒマワリがこれに次ぎ, モロコシ, リョクトウが最も大きかった。

謝辞: 本稿を終わるに当り, 供試材料の栽培に援助を頂いた鳥取大学農学部砂丘利用研究施設砂丘生産利用部門専攻学生, 実験遂行に協力を頂いた静岡大学農学部横田博実教官の各氏に対し深甚の謝意を表す。

## 引用文献

1. 藤井健雄, 1946, 果菜類の落花に関する研究, 河出書房.
2. 岩堀修一, 高橋和彦, 1964, トマトの高温障害に関する研究(第3報)種々のステージの花蕾に及ぼす高温の影響, 園学雑, 33: 67-74.
3. 永沢勝雄ほか, 1954, 農学実験指導書, 作物, 園芸編, 産業図書.
4. 西川欣一, 1956, 玉蜀黍花粉の呼吸について, 日作紀, 24-200.
5. 西山岩男, 佐竹徹夫, 1981, イネの高温による障害の研究, 熱帯農業, 25: 14-19.
6. OSADA, A., SASIPRAPA, V., RAHONG, M., DHAMMANUVONG, S. and CHAKRADANDHO, H. 1973, Abnormal occurrence of empty grains of indica rice plants in the dry, hot season in Thailand. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 42: 103-109.
7. SATAKE, T. and YOSHIDA, S. 1978 High temperature induced sterility in indica rices at flowering. Japan. Jour. Crop Sci. 47: 6-17.
8. 佐藤一郎, 1967, UAR 砂漠開発技術援助総合報告書, 海外技術協力事業団.