

マルチ併用トンネル栽培の 生育障害対策に関する研究

藤本幸平・大林直敏

Studies on the Adequate Measures against Leaf Injury in Semi-Forcing Strawberry in Tunnels with Plastic Film Mulch.

Kohei FUJIMOTO and Tadahiro ŌBAYASHI

緒言

ビニールなどの合成樹脂フィルムが、マルチングに利用されたのは1957年頃からである。奈良県の苺栽培においても、ビニールマルチ併用トンネル栽培が1959年頃から取入れられた。この栽培は早熟効果の他に雑草防止、敷ワラ作業の省力及び病害の発生防止等多くの利点がみられ、2～3年の間に急速に一般化した。しかし1961年2月に、ビニールマルチ併用トンネル栽培に葉焼け症状が主要産地に広く発生し、激甚な場合には収穫皆無の圃場さえみられた。この原因究明と対策技術樹立のために1962～1964年に亘つて、以下の調査研究を実施した。

1. マルチングトンネル内の環境調査
2. マルチング資材別トンネル内環境調査
3. 有孔フィルムの早熟効果ならびに環境調査
4. 有孔マルチングにおけるトンネル資材

その結果葉焼けを起す原因の究明並にこの障害を回避し、早熟効果の高い資材の選定及び技術の樹立等およそ所期の目的を達することが出来たのでここに報告する。

A. マルチングトンネル内環境調査について

実験の目的

苺のビニールマルチ併用トンネル栽培において、毎年2月下旬～3月上旬に枯死株が発生し、このため収穫皆

無の圃場さえ現出している実状にかんがみ、この葉焼け枯死の原因を究明し対策技術を樹立せんとするものである。

実験材料及方法

現地の実況よりマルチの資材別に被害の多少が認められるところから、資材別に環境要因の調査にあつた。

1. 実験材料

- (1) 厚さ 0.02mm 黒色ポリエチレンフィルム
- (2) 厚さ 0.04mm 黒色再生ビニールフィルム
- (3) 厚さ 0.05mm 黒色再生ビニールフィルム
- (4) 厚さ 0.1mm 透明ビニールフィルム

2. 実験方法

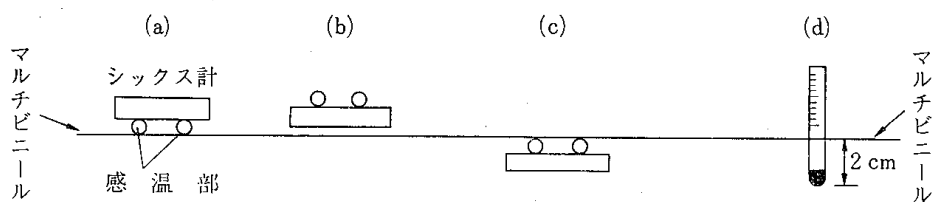
1区 120cm 畦巾、畦の長さ 4 m
処理開始 3月2日

3. 調査方法

(1) マルチフィルムの上面温度を測定する目的で、第1図(a)の通りシックス計の感温部を下にして、マルチフィルムに接する様にフィルムの上に設置した。

(2) マルチフィルムの直上気温を測定する目的で、第1図(b)の通りマルチフィルムの上にシックス計の感温部を上向けに設置した。

(3) マルチフィルムが受ける太陽輻射熱を測定する目的で、第1図(c)の通りマルチフィルムの下に、シッ



第1図 温度計の設置方法

ス計の感温部を上にしてマルチフィルムに接する様に設置した。

実験結果















(4) 地温測定のために、第1図(d)に示す如く棒状温度計の感温部を地下2cmの位置に挿入した。

1. マルチング資材別測定部位別温度
第1表及び第2図の通り接地気温は、何れも著しく高温

第1表 マルチングフィルム別測定部位別温度

調査項目 マルチフィルム別	マルチフィルム 上面温度	マルチ直上 気温	マルチ面の 太陽輻射熱	地表下2cm 地温
0.02mm ポリエチレン	35.0°C	42.5°C	52.0°C	33.0°C
0.04 ビニール	36.5	44.0	56.0	40.0
0.05 ビニール	41.5	46.5	58.0	44.0
0.1 ビニール	38.0	41.0	50.0	42.0
マルチなし	40.0	40.0	—	—

備考 3月10日 薄曇 13時30分~45分 外温 14.5°C 風弱

フィルムの厚さ	ミックス計の設置方法及び位置			棒状温度計
0.02P			52.0°C	33.0°C
	35.0°C	42.5°C		◎ 直下2cm マルチングフィルム
0.04V			56.0°C	40.0°C
	36.5°C	44.0°C		◎
0.05V			58.0°C	44.0°C
	41.5°C	46.5°C		◎
0.1V			50.0°C	42.0°C
	38.0°C	41.0°C		◎
マルチなし			40.0°C	40.0°C

第2図 マルチングの資材別測定部位別温度
3月10日 薄曇 13時30分~45分 外温 14.5°C 風弱

であるが、マルチング資材の厚いもの程高温となる傾向を示している。ただし透明ビニールは厚くても温度はやや低い、これはビニールそれ自身からの熱の輻射が少いためと考えられる。またビニールの下面即ち地面の温度は上面温度に比し一段高温となつている。

2. 資材別温度の日変化

第3図の通りであつて、厚手のもの程日照の強くなる正午前に温度の上昇が急激であることがうかがえる。

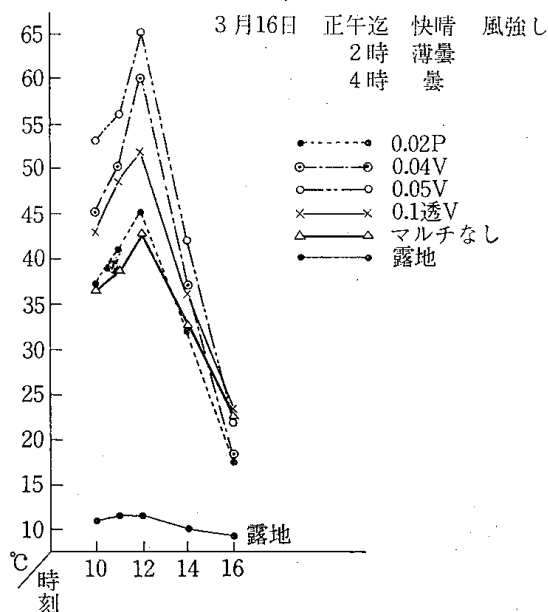
3. 被害

3月2日にマルチングおよびトンネルを実施し、3月20日まで日中は相当の高温に保たれたが被害はなかつた。

B. マルチング資材別トンネル内環境調査について

実験の目的

前節においてマルチフィルムの厚さ別に、トンネル内接地気温の異なることを明らかにしたが、更に広範にマルチング資材を異にするトンネル内の気温および地温を調査すると共に、マルチ併用トンネル内の苺葉の含水量の日変化を究明し葉焼け現象の実態を究明すると同時に生育障害を軽減して早熟効果の高いフィルムを選択せんとするものである。



第3図 マルチングの資材別トンネル内接地温度の日変代

実験材料及方法

1. 実験材料

マルチ資材としては下記の9種類と対照区としてマルチングなし区を設けた。

- (1) 0.05mm 黒色有孔ポリエチレン
- (2) 0.03mm 黒色有孔ポリエチレン
- (3) 0.05mm 透明ビニール
- (4) 0.05mm 黒色ビニール
- (5) 0.05mm 透明ポリエチレン
- (6) 0.03mm 黒色ポリエチレン
- (7) 0.05mm 黒色ポリエチレン
- (8) 0.05mm 黒色ビニール
- (9) 対照マルチングなし
- (10) 0.03mm 透明ポリエチレン

2. 実験方法

1区 135cm 畦巾 (実床 90cm) 2条植, 畦の長さ 7.20 m の1連制とした。

品種は幸玉種を用いた。尚親株よりの採苗を8月下旬実施し出来る丈整一な本葉5~6校の苗を揃えた。

本圃の畦巾は 135cm (実床 90cm 溝 45cm) とし株間 39cm の千鳥2条植とした。

定植は11月17日で本圃施肥量は第2表の通りであった。

マルチングの実施は1月15日畦の肩一ように行い、トンネルは透明ビニール厚さ 0.05mm のものを1月22日被覆した。尚除草剤 (CAT) 10a 当 70g を12月3日畦全面

第2表 施肥量 (10a 当りkg)

肥料名	全量	基肥	追肥		
			1	2	3
硫安	37,500kg	18,800kg	—	18,800kg	—
過石	75,000	37,500	—	37,500	—
硫加	18,800	7,500	—	11,300	—
液肥(16-5-5)300倍を灌水			第1回	—	第2回

(株元を避ける) に散布しマルチング実施迄の雑草防止につとめた。

3. 調査方法

(1) トンネル内気温は各区中央部にシックス計を、下向きにしてマルチに接して最高最低を計つた。

(2) 現地における資材別温度の推移の測定は、ビニールマルチの表面及裏面をサーミスターを電極とする電気抵抗温度計で測定した。

(3) トンネル内地温は各区中央部に電気抵抗温度計にて、マルチ下 3cm の地温を測定した。

(4) 普通マルチを行つたものと、マルチをしていない区とのトンネル内苺の葉位別水分含量の日変化を測定した。

(5) 生育 (葉数, 葉長) 開花調査並時期別, 大きさ別の収量調査を行つた。

実験結果

1. トンネル内気温におよぼす影響

トンネル被覆後のトンネル内の最高最低の温度を半旬別に示すと、第3表、第4表の通りである。最高気温で最も高いものは、No.6 0.03mm 黒色ポリで次いで No.2 の 0.03mm 黒色有孔ポリであつた。最も低いものは No.9 マルチングなし区でその他には大きな差異はみられなかつた。最低気温は No.8 0.05mm 黒色ビニール No.9 マルチングなし区が高く、No.2. No.3. No.1. No.4. が低かつた。資材の種類別の差が最高最低共判然としなかつた、ただマルチのないものが最高最低の差が小さい傾向は認められた。しかし現地 (郡山市田中) 地内に於ける生育障害の発生したトンネルでは、第4図の如く資材別に明らかな温度差が認められた。この場合は5分間隔にサーミスターを電極とする電気抵抗温度計で測定した。

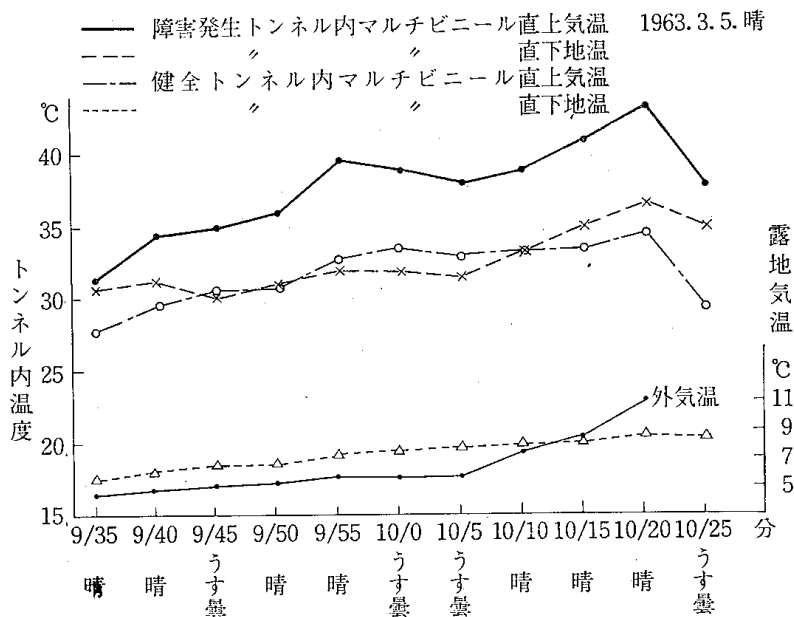
トンネル内気温はマルチの材質と、トンネルの被覆方法及び日射の強弱により支配され、且つその動きは微気象的であるので今回の如き計器にては充分な動きを精密にとらえることが出来なかつた。

第3表 半旬別平均最高気温

半旬別 処理 No.	1 月	2 月						3 月				計
	第6	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第1	第2	第3	第4	
1	13.5	18.0	21.9	23.3	24.4	25.9	18.3	31.0	27.5	17.5	28.0	249.3
2	19.3	25.2	25.3	22.4	24.8	27.6	20.1	31.6	28.2	20.0	31.5	276.0
3	17.8	20.6	19.6	19.3	22.5	24.4	17.4	33.7	28.7	16.9	29.3	250.2
4	12.0	21.4	22.7	22.2	22.4	26.3	19.9	32.9	28.9	18.0	29.5	256.2
5	18.0	24.5	23.4	22.1	25.1	28.2	23.0	31.7	27.8	17.3	28.0	269.1
6	21.0	23.7	25.2	23.3	27.6	31.7	20.3	35.0	30.0	20.6	32.0	290.4
7	11.3	18.0	21.0	19.6	21.4	25.2	17.4	32.7	28.5	16.1	29.1	240.3
8	18.3	20.8	20.6	19.7	24.2	25.8	18.0	30.6	28.2	16.6	28.7	250.5
9	9.5	18.7	18.6	18.0	21.2	25.2	16.8	29.2	26.2	15.0	25.9	224.4
10	16.0	18.9	24.0	21.2	23.7	26.3	19.1	29.4	29.2	16.0	26.9	250.7

第4表 半旬別平均最低気温

半旬別 処理 No.	1 月	2 月						3 月				計
	第6	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第1	第2	第3	第4	
1	-4.8	-4.0	-0.2	-1.2	-0.8	-0.9	-1.6	0.5	-1.6	1.7	4.0	- 8.9
2	-4.5	-3.3	-1.4	-2.1	-1.6	-1.8	-2.6	0.3	-3.6	1.7	4.0	-14.9
3	-5.0	-3.0	-0.5	-1.0	-0.5	-1.0	-1.8	0	-1.6	1.4	3.8	- 9.2
4	-3.3	-2.9	-0.5	-1.0	-0.5	-0.8	-1.6	0.1	-1.7	1.6	3.4	- 7.2
5	-2.5	-0.7	0.4	0	-0.7	-0.7	-1.3	0.9	-1.2	2.0	4.0	0.2
6	-2.3	-1.7	0	0.4	-0.1	0.6	-1.6	-0.3	-0.6	2.1	4.3	0
7	-2.7	-2.0	-0.5	-1.0	-0.6	-1.1	-1.8	0.1	-2.0	1.7	4.0	- 5.9
8	-3.8	-2.3	-0.2	0.4	0	0.1	-1.0	0.5	-1.0	1.7	2.0	2.9
9	-1.5	-1.0	0	0.2	0.2	-0.2	-0.3	1.2	-1.0	2.0	3.0	2.4
10	-3.8	-4.0	2.5	0.5	0.5	0	0.3	1.1	-1.0	1.6	4.2	1.3



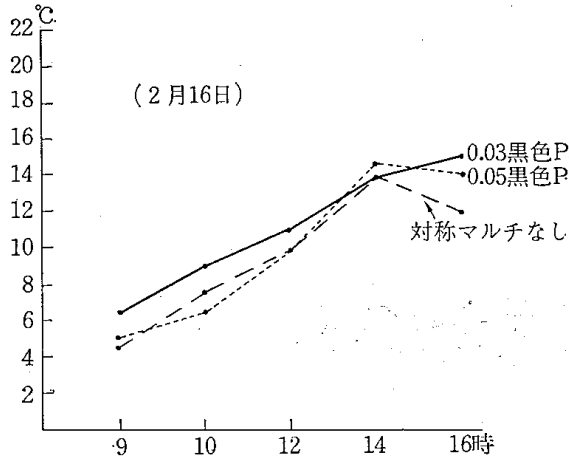
備考 i) 障害発生トンネル内のマルチフィルムは、平均0.067mmの厚さであつた。

ii) 健全な生育を示すトンネル内のマルチフィルムは平均0.045mmの厚さであつた。

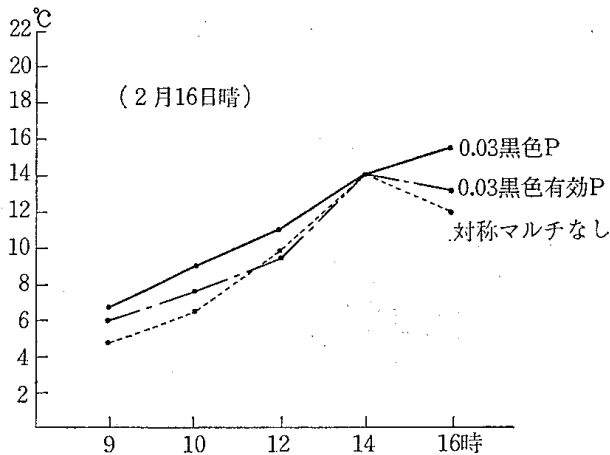
第4図 マルチング資材別温度の推移

2. 地温におよぼす影響

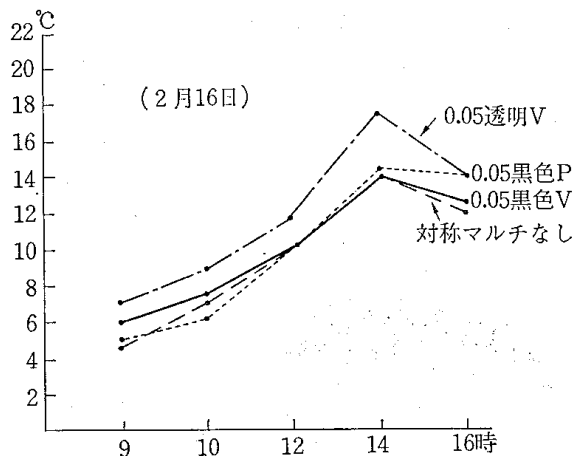
マルチ下3cmの地温を測定した結果は、第5～9図に示す通りであった。



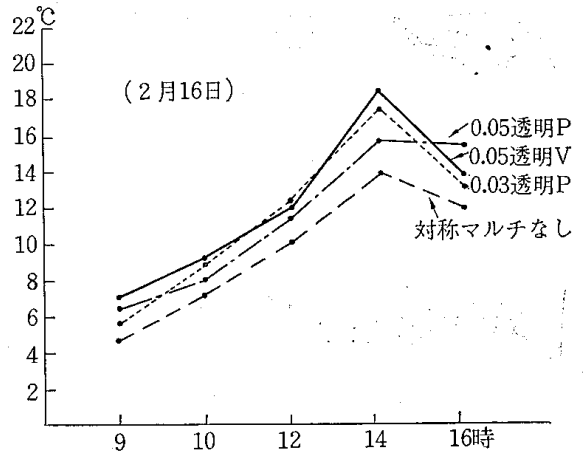
第5図 ポリエチレンの厚さ別地温 (-3cm) 日変化



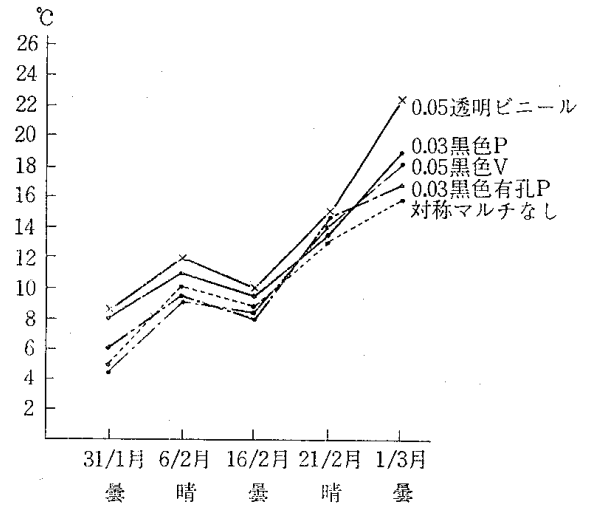
第6図 マルチング下3cmの地温の日変化



第7図 資材別マルチング下3cmの地温の日変化



第8図 資材別マルチング下3cmの地温の日変化



第9図 マルチング下3cm地温の推移 (12時)

黒色ポリエチレン間にあつては薄手のものの方が地温の上昇が速かであつた。有孔マルチは、普通黒色フィルムに比し地温上昇がおくれた。しかし日中の最高地温は、何れのフィルム間にも差異は認め難かつた。黒色のポリエチレンと黒色ビニールの間ではビニールの方が地温上昇が速やかであるかの如き傾向を示した。その点透明のビニールの地温上昇は速やかであつた。また透明なもの間でもビニールの方が、ポリエチレンよりも地温上昇が速やかである如く観測された。時期別の地温12時を第9図に示したが、これも上記の個々の比較と同様の傾向を示した。12時の地温のみを考えると0.03mmのポリエチレンの方が0.05mmのビニールよりも地温が高い様にみられるが、この点については気温同様に精密な測定が行われる必要がある。

またマルチングによる地温上昇効果は、大体マルチング後約1ヶ月近くして明瞭になるようであつて、それ迄はトンネル内裸地と大差なく経過する如く考察される。

3. 生育におよぼす影響

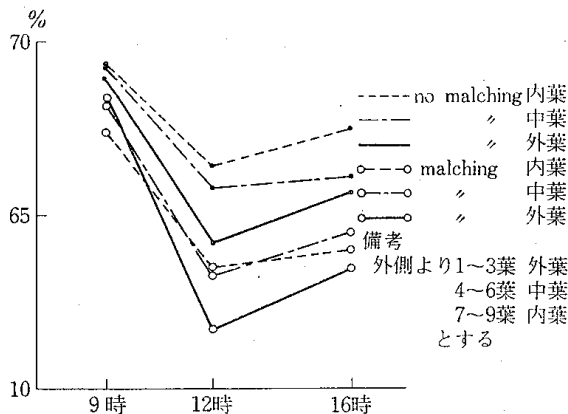
トンネル被覆後42日目の生育状況は第5表の通りである。有孔マルチは普通マルチに比べて生育殊に草丈の伸長が良く、同様にマルチをしないものは、マルチをしたものに比べて草丈が高い傾向がみられた。マルチ併用トンネル内の草丈は通常低くこの矮小化が促成効果の証左であるとも一般に信じられている。しかしこのことは葉焼け症状に相通するものがあると考えられる。

第5表 生育調査
3月5日調べ 20株平均値

資材別 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
葉数 (枚)	7.4	7.2	7.3	11.8	8.4	5.9	11.9	11.9	17.4	15.4
草丈 (cm)	12.0	13.3	11.1	11.6	10.8	10.8	12.7	11.1	12.4	12.2

備考 1.2.3.5.6 区と4.7.8.9.10区は多少苗の質を異にする。

苺葉の含水量の日変化を調査した結果は、第10図の通りである。既にマルチ併用トンネル内の苺の葉は、日中



第10図 処理別葉位別含水%の日変化
1963. 12. 19晴

著しく水分の減少をきたしていた。この水分の減少は日中露地においてもみられるが、マルチ併用トンネル内で著しいことは、その中の湿度が低下するものと推察される。

(トンネル内湿度は別項試験において第6表の通りである)

この日中の水分低下が強い程作物の伸長を抑制し、且つそれが極限に達したときに葉焼け症状をひき起し、極端な場合に枯死させるものと考えられる。なお葉やけ症が外葉にまず発生することは、水分減少が内葉より外葉に激しいことから推察される。

第6表 トンネル内湿度

月日	天候	時刻別	処理区別		0.05mm有孔 ポリエチレン マルチ下 灌水	0.05mm有孔 ポリエチレン マルチ上 灌水
			0.05mm 黒色 ポリエチレン 無灌水	0.05mm 黒色 ポリエチレン 無灌水		
1. 31	くもり	14時	73	75	76	
2. 1	はれ	14	68	73	74	
〃	〃	16	79	82	79	
2. 5	〃	9	72	73	77	
〃	くもり	10	77	80	84	
〃	〃	12	76	79	87	
〃	〃	14	69	71	82	
〃	〃	16	68	72	77	
2. 15	はれ	9	53	73	70	
〃	〃	10	67	69	71	
〃	〃	12	66	71	66	
〃	〃	14	65	69	69	
〃	〃	16	69	82	80	
2. 22	〃	9	69	83	79	
〃	〃	10	47	65	69	
〃	くもり	12	79	79	69	
〃	はれ	14	73	74	77	
〃	〃	16	72	81	79	

4. 開花におよぼす影響

時期別に開花数を調査した結果は第7表の通りである。透明資材は概して黒色のものより多少早い傾向がみられたが、3.5.10区の間で10区0.03mm透明ポリがややおくれた。またポリエチレン(黒色)6.7区ともビニール(黒色)4.8区とでは、ポリエチレンが多少おくれる傾向を示した、しかしビニールでも4区はおくれた。ポリエチレンでも有孔1.2.3区はむしろ促進される傾向さえみられた。

第7表 開花調査

処理区 月日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3月15日	株 0	株 0	株 0	株 0	株 1	株 0	株 0	株 0	株 0	株 0
20	1	2	5	0	3	0	0	2	0	0
23	6	8	11	0	7	0	0	3	1	2
26	8	14	17	1	9	3	0	4	1	3
28	12	16	18	2	15	6	2	9	4	6
4月1日	17	19	20	4	18	14	9	15	13	13
4	20	20	—	13	20	20	12	19	17	18
6	—	—	—	17	—	—	15	20	19	20

ビニールでも製品により、多少差があること、また葉焼け症を呈するもの程開花促進効果が高いことなど考え

第8表 時期別収量総括表

単位 gr 大 8g以上 中 8g以下~4g 小 4g以下

收穫時期別	健康果別			病果			健康果別			病果			健康果別			病果		
	大中小別			大中小別			大中小別			大中小別			大中小別			大中小別		
	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量
4月28日~30日	9	122	7	2	10	99	9	57	52	21	248	1	1	12	158	4	1	1
5月1日~5日	48	600	19	7	40	434	7	50	1	91	68	12	1	59	662	4	1	1
6日~10日	104	1,131	22	15	132	1,458	15	90	36	36	11	10	4	163	36	1	11	6
11日~15日	120	1,270	65	10	91	1,035	63	3	128	148	1,552	11	10	1662	36	1	11	6
16日~20日	90	996	117	13	72	810	29	4	43	71	26	6	5	116	121	28	27	30
21日~25日	22	234	66	38	36	380	35	13	11	26	36	14	23	88	92	99	20	29
計	393	4,353	290	61	378	4,209	151	18	101	128	70	23	587	5139	518	246	21	74
總重量	6,192			5,246			6,842			6,936			7,227					

研究の目的に於ては、健康果の生産に於ける摘果の時期と摘果の回数とが、大中小の果實の重量に及ぼす影響を明らかにする。

收穫時期別	健康果別			病果			健康果別			病果			健康果別			病果		
	大中小別			大中小別			大中小別			大中小別			大中小別			大中小別		
	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量	個重	數量	重量
4月28日~30日	2	2	13	1	8	103	1	7	1	1	1	2	26	44	1	1	1	1
5月1日~5日	59	831	2	14	67	865	4	29	3	56	662	9	40	107	10	15	13	12
6日~10日	203	2,180	15	105	134	1,640	36	242	36	84	920	5	49	200	34	29	14	12
11日~15日	148	1,680	89	20	116	1,285	41	250	15	96	75	44	33	114	97	9	34	36
16日~20日	53	500	127	37	90	940	109	15	25	34	16	7	38	118	28	15	28	18
21日~25日	465	5,221	233	37	416	4,846	191	15	80	55	25	49	497	263	37	94	91	51
計	6,820			5,994			4,390			7,434			5,850					

て開花期を支配する要因は、温度が第一義的であることは考えられるが、今回は測定した温度（気温、地温）とは必ずしも平行的傾向を示さなかつた。

5. 収量におよぼす影響

収量及び大果歩合は第8～11表に示した。マルチ区はマルチングなし区より何れも早熟及び増収効果がみられた。透明マルチは多少早熟効果がみられたが、有孔ポリマルチは被覆中の温度が低いわりには早熟効果が大きくまた増収効果も大きく、極めて興味が高い。

尚天理、奈良、生駒善及所管内に於ける現地実験の収量調査を一括表示すれば第12表の通りである。ビニールとポリエチレンでは、一般にいわれる如き差異は認め難く、むしろポリエチレンの方が有効であるかの如き収量を示した。ただ何れにしても薄手より厚手のものの方が効果が高い様に考えられる。また有孔フィルムは普通フィルムに比して劣ることは考えられず、むしろトンネル被覆期間中の安全性が高いだけ有効とみられる。

第9表 処理別時期別大果収量 単位 gr

処理区別 個数 重量		処理区別									
		6	5	2	3	1	4	7	9	8	10
4月28日 ～30日	個数	9	7	10	21	12	—	1	—	2	4
	重量	122	92	99	248	158	—	13	—	26	44
5月1日 ～5日	個数	48	40	57	91	59	2	8	—	36	30
	重量	600	434	606	909	662	30	103	—	500	334
6日～10日	個数	104	132	168	148	163	59	67	56	107	102
	重量	1,131	1,458	1,695	1,552	1,662	831	865	662	1,276	1,245
11日～15日	個数	120	91	90	116	121	203	134	84	200	108
	重量	1,270	1,035	1,020	1,300	1,370	2,180	1,640	920	2,160	1,210
16日～20日	個数	90	70	101	88	92	148	116	96	114	97
	重量	996	810	1,110	930	1,110	1,680	1,285	1,011	1,220	1,030
21日～25日	個数	22	36	51	23	71	53	90	51	38	61
	重量	234	380	574	200	707	500	940	516	418	656
計		4,353	4,209	5,104	5,139	5,669	5,221	4,846	3,109	5,600	4,519

第10表 処理別大果歩合 (重量)

調査項目	処理区別									
	6	5	2	3	1	4	7	9	8	10
大果歩合 (%)	70.3	79.3	74.6	78.6	78.1	76.6	96.2	68.6	75.3	77.2

第11表 処理別腐敗果数 (一区当)

調査項目	4			7			9			8			10		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
腐敗果数	27	37	19	101	128	70	42	64	23	54	43	21	74	83	71
総腐敗果数	83ヶ			299ヶ			129ヶ			118ヶ			188ヶ		
調査項目	4			7			9			8			10		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
腐敗果数	63	68	27	80	55	25	150	107	49	94	91	51	99	62	12
総腐敗果数	158ヶ			160ヶ			306ヶ			236ヶ			173ヶ		

第12表 現地試験収量一括表

					生 駒	天 理	奈 良	試 験 場	平 均
岡 本	再 製	0.05 mm	黒	ビニール	1,088kg	2,970kg	1,120kg	1,858kg	1,757kg
三 井		0.03 mm	〃	〃	850	2,170	1,132	—	1,384
〃		0.04 mm	〃	〃	1,060	2,906	1,430	—	1,798
〃		0.05 mm	〃	〃	1,040	2,215	1,410	1,705	1,592
辻 野		0.03 mm	〃	ポ リ	970	2,430	1,280	1,548	1,557
〃	有 孔	0.03 mm	〃	〃	1,250	2,730	1,160	1,710	1,712
〃		0.05 mm	〃	〃	1,190	3,180	1,860	1,498	1,942
〃	有 孔	0.05 mm	〃	〃	1,120	2,410	1,318	1,807	1,664
三 菱		0.05 mm	透 明	ビニール				1,734	
辻 野		0.05 mm	〃	ポ リ				1,462	
—	標 準	マルチなし	—	—				1,097	

C. 有孔フィルムの早熟効果並に環境調査について

I 実験の目的

マルチング併用トンネル栽培における、苺の生育障害対策として1963年に行つたマルチング資材別実験結果から、有孔フィルムが生育障害を回避し促成及増収効果もみられたので、この有孔フィルム効果を再検討すると共に有孔フィルム使用時の環境について、1964年に再度調査を行つた。

II 実験材料及方法

1. 実験材料

下記の2種類で対照区としてマルチなし区を設けた。

- (1) 0.05mm 黒色有孔ポリエチレン
- (2) 0.05mm 黒色ポリエチレン
- (3) 対照 マルチ なし

2. 実験方法

1区96株 {畦巾2m (実床1.5m) 株間36cm 4条植} の3ブロック制とした。

- (1) 品種 幸玉
- (2) 定植 10月31日
- (3) マルチング実施1月6日、トンネル実施1月22日、その他耕種基準は前節1963年頃資材別トンネル内環境調査時の実験と同様

3. 調査方法

- (1) トンネル内気温は、電子管自記温度計で各区中央部の気温を測定した。
- (2) トンネル内湿度は電気抵抗式湿度計（エース鉛感湿度計）で各区中央部のトンネル内湿度を測定した。
- (3) トンネル内マルチング直下地温は、サーミスターを電極とする電気抵抗温度計で、マルチ下3cmの地温を

測定した。

(4) 資材別葉位別水分含量を測定した。

(5) 生育、トンネル被覆直前と2月上旬、3月上旬の3回葉数、葉長を測定、開花調査は2月中旬～3月中旬迄、収量調査は時期別、大きさ別収量調査を行なつた。

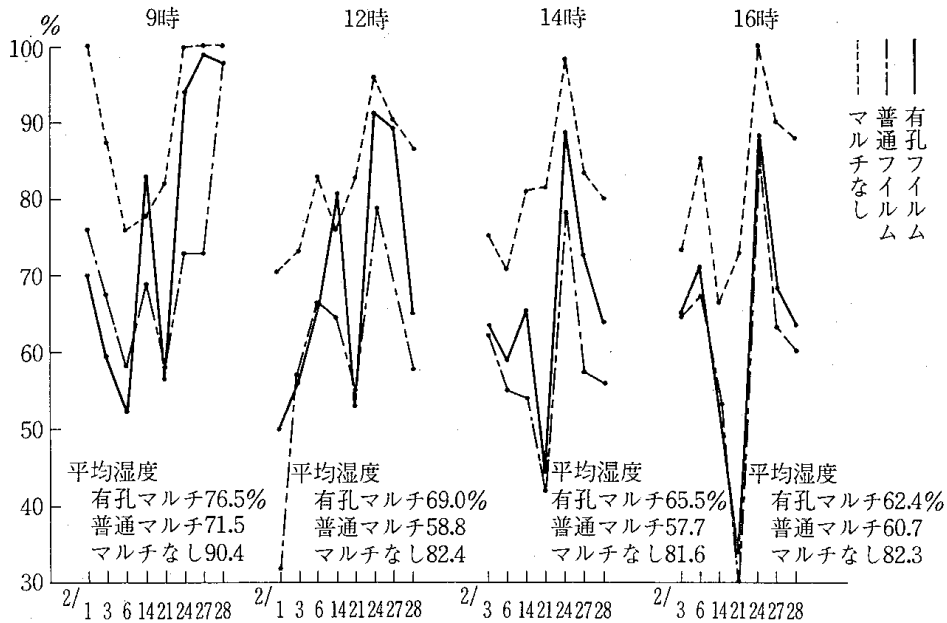
III 実験結果

1. トンネル内湿度におよぼす影響

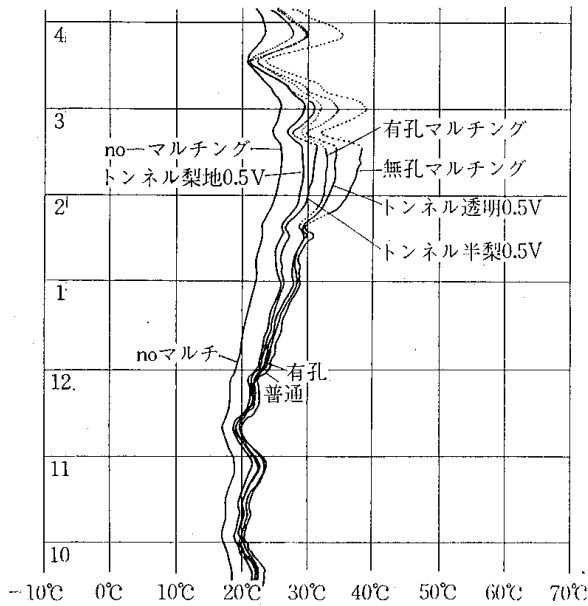
トンネル内の時期別日変化状況を測定した結果は第11図の通りである。各時間及各時期を通じて、マルチのないトンネル内では湿度が高く、普通マルチのトンネル内では、湿度が最も低い傾向を示した。有孔フィルムマルチの場合は普通フィルムのマルチに比し湿度の高いことが認められた。トンネル内の湿度は日照の強さ、気温に支配されることが甚しく、例えば2月21日の如く終日快晴日には著しく乾燥状態になることがうかがわれる。この様な日にいわゆる葉焼け症状を発現することが予想される。この場合測定間隔が長く適確性を欠くが、有孔フィルムの利用によりトンネル内湿度を数%高く保ち得たことは、そのまま苺の生育開花数等に影響したものと推察される。

2. トンネル内気温及地温におよぼす影響

トンネル内気温および地温は第12、13図の通りであつた。気温については、普通フィルムをマルチした場合の温度の上昇が急激であつた。有孔フィルムの場合は温度の上昇が緩慢であり且つ最高温度がやや低いことが認められた。地温についても同様の傾向が認められた。トンネル内気温が極端に上昇しないことは、トンネル換気操作上望ましいことであると共に、トンネル内の乾燥を防ぎ、苺の生育障害を防止する上に好都合である。曇雨天の多かつた本年の如き気象条件下にては、地温の上昇し難いことが苺の生育を遅くさせる懸念があつたが、生育



第11図 トンネル内湿度



第12図 トンネル内気温

収量調査からその心配のないことが明らかになった。

3. 葉中の水分量におよぼす影響

葉中の水分含量の日変化及び時期別変化は第14図・第15図に示す通りである。日射量の少なかつた気象条件下で、昨年への如き極端な日変化を記録することが出来なかつた。ただ1月中下旬の低温期には全般に含水量低く、地温、気温の上昇と共に含水量の増大がうかがえた。従つて生育障害は根の吸水が充分でない2月中旬頃迄に、極端な乾燥に襲れたときにおこりやすいものと考えられる。

4. 生育におよぼす影響

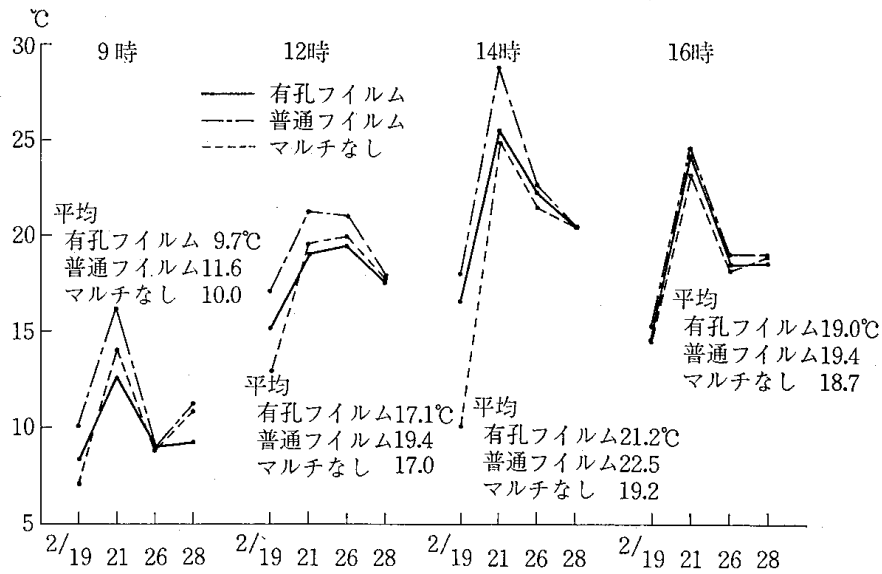
トンネル被覆前及び中後期の生育状況は第13表の通りである。有孔フィルム区の生育量が最大であつた。

第13表 生育調査

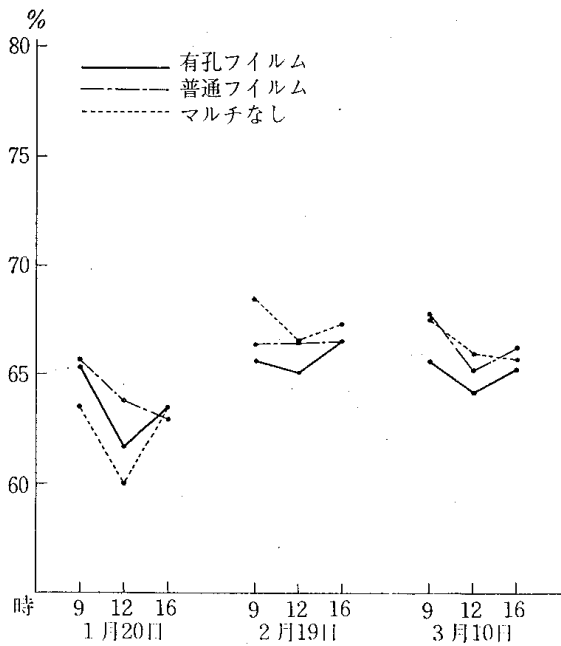
期日	項目	有孔フィルム	普通フィルム	対照マルチなし
1月20日	葉数	8.1枚	9.0	8.1
	葉長	10.6cm	12.3	12.2
2月6日	葉数	10.5枚	10.5	12.1
	葉長	9.2cm	11.6	11.7
3月5日	葉数	20.5枚	21.6	20.8
	葉長	13.8cm	13.2	13.7

第14表 開花調査 (30株)

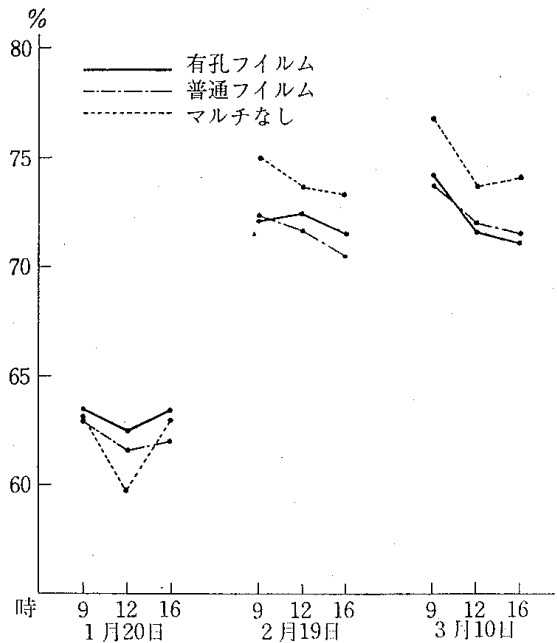
調査月日	処理別		
	有孔マルチ	普通マルチ	対照マルチなし
2月20日	3株	2株	0株
〃 24日	6	2	1
〃 27日	8	3	2
〃 29日	9	4	3
3月3日	12	10	10
〃 6日	19	12	17
〃 9日	20	13	18
〃 12日	20	15	18
〃 19日	27	27	25



第13図 トンネル内地温 (地下3cm)



第14図 葉中水分含量 (外葉)



第15図 葉中水分含量 (内葉)

5. 開花におよぼす影響

時期別開花株数を30株平均値にて示すと第14表の通りであつた。有孔フィルムマルチ区は、地温気温共に普通フィルムマルチ区に比し高くはなかつたが、開花はむしろ早い傾向を示した。

6. 収量におよぼす影響

時期別全収量は第15表の通りで、有孔フィルムマルチ区が最高が示した。この収量増加の要因は果数の増加と、大果歩合の高いことの両要因によるものである。

1963年および1964年の2ケ年に亘る総合収量結果は第16表の通りであり、1964年と同様全期を通じて有孔フィルムマルチ区が最高を示した。尚前期収量を見ても有孔フィルムは、地温、気温が普通マルチ区に比しやや低温であるため、早期収穫も遅れる懸念はあつたがむしろ普通マルチよりも、前期収量が高かつた。この収量の高かつた要因は温度、湿度の関係から、果数の増加大果歩合にあつたと考えられる。

第15表 時期別全収量 単位 gr

処理区別	時期別		4/16~20	21~25	26~30	5/1~5	6~10	合 計	
	大 き 別	個 数 重 量							
有 孔 マ ル チ	大	個 数	36	184	270	139	101	730	総個数 2,982個
		重 量	326	1,872	2,745	1,320	925	7,188	
	中	個 数	61	290	333	290	459	1,433	総重量 17,318gr
		重 量	366	1,465	2,116	1,695	2,212	7,854	
小	個 数	24	79	127	201	388	819	414	
	重 量	85	306	552	250	1,281	2,474		
	腐敗果数		5	2	48	146	213		
普 通 マ ル チ	大	個 数	21	177	302	123	66	689	総個数 2,773個
		重 量	190	1,760	2,880	1,060	581	6,476	
	中	個 数	21	262	448	387	368	1,486	総重量 15,412gr
		重 量	124	1,580	2,080	2,068	1,086	6,944	
小	個 数	14	88	55	136	305	598	432	
	重 量	48	360	151	406	967	1,992		
	腐敗果数		5	2	48	171	206		
マ ル チ な し	大	個 数	0	62	173	169	110	514	総個数 1,472個
		重 量	0	628	1,715	1,627	1,140	5,110	
	中	個 数	1	114	212	197	217	741	総重量 10,222gr
		重 量	5	704	1,249	1,064	1,295	4,317	
小	個 数	0	22	46	42	107	217	591	
	重 量	0	89	227	147	333	796		
	腐敗果数		1	8	84	217	291		

時期別大果収量 単位 gr

		4/16~20	21~25	26~30	5/1~5	6~10	合 計	大果歩合
有 孔	個 数	36	184	270	139	101	7,188 gr	42%
	重 量	326	1,872	2,745	1,320	925		
普 通	個 数	21	177	302	123	66	6,476 gr	42%
	重 量	190	1,760	2,880	1,065	581		
マ ル チ な し	個 数	0	62	123	169	110	5,110 gr	49%
	重 量	0	628	1,065	1,627	1,140		

D. 有孔マルチにおけるトンネル資材について

必要性も異なると考えられるので、これに適応するトンネル資材を検知する目的で本実験を行った。

実験の目的

一般のトンネル被覆資材についてビニール、ポリエチレン別透明、梨地、半梨地等については、すでに報告されているが、有孔マルチをした場合にはトンネル換気の

実験材料及方法

1. 実験材料

- (1) 梨地 0.05mm ビニール

第16表 1963年及1964年、二ケ年合計収量 単位 gr

時期別	資材別 健初別 個数重量別 大中小別		0.05mm 有孔ポリエチレン				0.05mm 普通ポリエチレン				対照 マルチなし			
			収 穫 果			腐敗 果数	収 穫 果			腐敗 果数	収 穫 果			腐敗 果数
			大	中	小		大	中	小		大	中	小	
						個数				重量				個数
前 期	個 重	数 量	454 4,680	391 2,098	103 393	26	274 2,931	288 1,746	102 408	11	118 1,290	121 751	22 89	51
中 期	個 重	数 量	622 6,545	750 4,574	328 802	323	675 6,865	912 4,649	191 617	300	522 5,773	489 2,828	88 374	514
後 期	個 重	数 量	172 1,632	538 2,671	408 1,348	252	156 1,521	477 1,706	320 1,012	281	161 1,656	341 2,019	151 473	342
総 計	個 重	数 量	1,248 12,857	1,679 9,343	839 2,543	601	1,051 11,317	1,677 8,092	613 2,037	592	801 8,219	951 5,598	251 936	907

- (2) 梨地 0.1mm ビニール
- (3) 半梨地 0.05mm ビニール
- (4) 透明 0.05mm ビニール
- (5) 透明 0.1mm ビニール

2. 実験方法

1区畦巾2m(実床1.5m)株間36cm 4条植
96株の3ブロック制とした。

- (1) 品種 幸玉
- (2) 定植 10月31日

(3) マルチング実施12月22日, トンネル実施1月23日, その他施肥量等は, 資材別トンネル内環境調査実験と同じ。

3. 調査方法

(1) トンネル内気温を電子管自記温度計により測定した。

(2) 生育調査は, 2月上旬, 3月上旬の2回にわたって, 葉数並葉長を測定. 開花調査は2月下旬~3月中旬迄の開花数を調査した。

(3) 収量調査は時期別, 大きさ別, 収量について調査した。

実験結果

1. トンネル内気温におよぼす影響

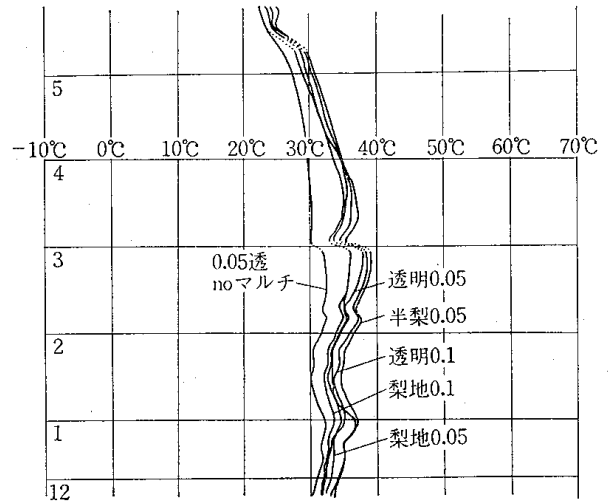
トンネル内気温は第16図の通りであつた。

2. 生育におよぼす影響

トンネル被覆中の苺の生育は第17表の通りで, 梨地より透明フィルムの方が進む傾向がみられた。また0.1mmと0.5mmとの間には大差がみられなかつた。

3. 開花調査におよぼす影響

開花については, 第18表の通りで梨地は透明よりも遅



第16図 トンネル資材別トンネル内気温

第17表 生育調査 3区平均(30株)

調査月日	項 目	処 理 区 No.				
		1	2	3	4	5
2月6日	葉 数	8.9枚	11.0	8.6	16.3	12.8
	葉 長	11.6cm	10.4	10.7	13.3	13.4
3月5日	葉 数	14.8枚	23.1	16.0	31.5	22.0
	葉 長	12.6cm	13.5	12.4	14.8	14.5

れる傾向がみられた。

また梨地では0.05mmの方が多少遅れる傾向を示した。

4. 収量におよぼす影響

収量調査の結果は, 第19表~22表の通りであつた。透明フィルムは初期収量は高いが, 後期収量は必ずしも高くなく, 半梨地は初期収量はやや低いが中期以降の収量

第19表 時期別収量総括表

3区平均 調査個体 68株 大 8gr 以上 中 8gr 以下~4gr 小 4gr 以下

調査月日	区別 大中小果別 個数重量	梨地 0.05mm ビニール						梨地 0.1mm ビニール					
		健全果			腐敗果			健全果			腐敗果		
		大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
4月16日~4月20日	個数 重量	5.3 54.7	15.0 89.7	3.7 12.0	0.3 —	3.0 —	2.0 —	11.0 105.0	11.3 68.0	3.7 12.0	0.3 —	1.7 —	1.3 —
4月21日~4月25日	個数 重量	76.0 777.7	73.3 464.7	10.3 36.0	0.3 —	1.0 —	1.0 —	95.7 980.7	72.7 457.0	6.7 25.0	— —	0.3 —	— —
4月26日~4月30日	個数 重量	188.3 1,945.3	182.3 1,102.7	20.0 72.7	15.0 —	11.0 —	3.0 —	221.7 2,321.0	204.7 1,297.3	11.0 39.7	14.0 —	21.0 —	27.0 —
5月1日~5月5日	個数 重量	63.7 599.0	117.0 700.7	31.0 110.7	17.0 —	25.3 —	8.0 —	99.0 659.7	145.0 896.7	11.3 40.3	11.3 —	29.0 —	9.3 —
5月6日~5月8日	個数 重量	66.0 612.0	150.7 792.7	58.0 187.3	14.7 —	50.3 —	89.0 —	49.7 479.7	163.3 865.0	41.3 126.0	14.3 —	50.3 —	43.0 —
合計	個数 重量	399.3 3,988.7	538.3 3,150.5	123.0 418.7	47.3 —	90.6 —	103.0 —	477.1 4,546.1	597.0 3,584.0	74.0 243.0	39.9 —	102.3 —	56.3 —
	総重量	7,557.9						8,373.1					

第18表 開花調査 3区平均 (30株)

調査月日	処理区別 No.	1	2	3	4	5
2月20日	—	0.3	—	0.3	0.3	0.3
〃 24 〃	—	0.7	0.3	0.7	1.0	1.0
〃 27 〃	0.3	1.0	0.7	1.3	1.7	1.7
〃 29 〃	1.7	1.3	1.7	2.0	2.7	2.7
3月3日	2.7	2.3	2.7	2.7	3.7	3.7
〃 6 〃	3.3	2.7	3.7	4.7	5.0	5.0
〃 9 〃	3.3	3.7	4.7	5.0	5.3	5.3
〃 12 〃	3.7	4.3	6.0	6.3	6.3	6.3
〃 18 〃	9.0	9.7	10.0	10.0	10.0	10.0

は高く全収量は最も高かった。透明の0.1~0.5mmの間には大差がみられなかったが、梨地では0.05mmの方が収量が少いようであった。

第20表 処理別大果収量

収穫時期	処理区別 個数重量	1	2	3	4	5
		4月16日~4月20日	個数 重量	5.3 54.7	11.0 105.0	6.3 59.0
4月21日~4月25日	個数 重量	76.0 777.7	95.7 980.7	64.0 655.3	107.7 1,070.3	123.7 1,211.0
4月26日~4月30日	個数 重量	188.3 1,945.3	221.7 2,321.0	214.0 2,399.3	187.3 1,939.0	187.3 1,894.7
5月1日~5月5日	個数 重量	63.7 599.0	99.0 659.7	103.0 1,095.0	65.3 649.0	27.3 255.7
5月6日~5月8日	個数 重量	66.0 612.0	49.7 479.7	104.0 949.3	62.7 609.3	46.0 436.0
合計	重量	3,988.7	4,546.1	5,157.9	4,407.9	3,831.7

第22表 処理別腐敗果数 (3区平均)

調査項目	処理区別 大中小別	1			2			3			4			5		
		大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
腐敗果数(個)		47.3	90.6	103.0	39.9	102.3	56.3	62.0	130.9	99.3	30.0	93.3	59.7	35.8	54.7	35.0
総腐敗果数(個)		240.9			198.5			292.2			183.0			125.5		

調査の都合で5月8日を似って打切った 単位gr

半梨地 0.05mmビニール						透明 0.05mmビニール						透明 0.1mmビニール					
健全果			腐敗果			健全果			腐敗果			健全果			腐敗果		
大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小
6.3	11.3	2.0	—	0.3	1.7	15.0	22.7	6.3	—	2.0	0.7	15.0	32.3	8.3	0.7	2.3	2.0
59.0	62.0	6.3				140.3	130.6	20.7				114.3	178.7	29.0			
64.0	53.3	7.3	—	—	—	107.7	124.0	23.7	0.3	1.7	—	123.7	169.7	36.0	—	1.7	0.7
655.3	318.7	24.7				1,070.3	737.3	98.0				1,211.0	988.7	135.0			
214.0	189.3	10.7	10.7	13.3	0.3	187.3	229.7	28.3	8.7	21.3	4.3	187.3	277.7	33.3	13.7	18.7	4.0
2,399.3	1,220.0	40.0				1,939.0	1,424.3	101.3				1,814.7	1,624.7	113.7			
103.0	141.0	27.0	19.0	27.0	10.0	65.3	131.0	41.3	8.7	17.3	6.0	27.3	110.3	33.3	6.7	6.0	2.3
1,095.0	850.7	92.0				649.0	744.3	151.3				255.7	594.0	122.3			
104.0	210	64.0	32.3	90.3	87.3	62.7	144.0	71.7	12.3	51.0	48.7	46.0	115.3	97.0	14.7	26.0	26.0
949.3	1,127.7	194.3				609.3	797.0	227.0				436.0	616.0	244.3			
491.3	6,04.9	111.0	62.0	130.9	97.3	438.0	651.4	171.3	30.0	93.3	59.7	399.3	705.3	207.9	35.8	54.7	35.0
5,157.9	3,579.1	357.3				4,407.9	3,832.9	598.3				3,831.7	4,002.1	644.3			
9,094.3						8,839.1						8,478.1					

第21表 処理別大果歩合(重量)

調査項目	処理区別	1	2	3	4	5
大果歩合(%)		52.9	54.3	56.7	49.9	45.2

考 察

1. トンネル内気温について

マルチフィルムの厚さにより接地気温は相当に異なることが判明した。農家が最初の頃 0.02~0.03mm のポリエチレンフィルムを使用していたが、厚手のビニールの方が促成効果が高いとして厚手ビニールフィルムを好んで使用する傾向のあることも納得される。

2. トンネル内湿度と乾燥害

ビニールマルチ併用トンネルは1月中旬の厳寒期に始めるが、その頃は日照も弱く急激な高温になることも少ないので障害が少ないようである。それが日時の経過と共にトンネル内の空気中の水蒸気は減少し、トンネル内空気の乾燥に加えて日射が強くなり、ために晴天日に一時的にトンネル内湿度は急激に低下し、強制脱水現象が起るものと考えられる。

一方ビニールフィルムの可塑剤による害も考えられるが、ポリフィルムにても同様の葉焼け現象があり、必ずしも可塑剤にのみ帰すことは出来ない。

結局葉焼け症状の原因の一つに、日中高温時にトンネル内湿度が低下し苺葉の含水量が著るしく減少をきたすところから乾燥害がおこるものと考えられる。この場合トンネル内気温が上昇し易い資材ほど当然障害がおき易いものとみられる。その点透明フィルムは有効であるが別に雑草防止対策が必要である。

3. 有孔フィルムは 障害防止と共に促成効果もあり実用化の見通しが高い。

有孔フィルムについての実験を行つた1964年度は、トンネル被覆期間中の天候が例年に比し著しく悪く晴天日は数日にすぎなかつた。このトンネル内の気温が上昇し難く、同時に湿度が高かつたために生育障害を回避するための実験としては必ずしも満足な条件でなかつた。しかしかかる条件下でも有孔フィルムマルチは、大体満足すべき結果を与えた。ただ現地では、トンネルが小さく気温が低いためか、多少収穫のおくれる傾向が一部みられた。その結果は第23表の通りである。

しかし問題になる程度ではなくまず実用上差支えないものと考えられる。それよりも全収量の増加、大果歩合の向上はその欠陥を十分に補償出来るものと見られる。またトンネル内の気温、湿度の条件から本来の生育障害を回避するための資材として、またトンネル換気の省力対策資材として充分実用性の高いことを認めた。従来の如

第23表 苺に対する有孔マルチング現地試験成績

試験地	項目	生育			
		生育	開花	収量	大果歩合
天	理	—	+	++	++
奈	良	+	ヤ、—	—	+
郡	山	+	±	+	++
生	駒	+	—	±	+
農	業	±	+	++	++
試	験				
場					

くビニールにこだわることは、実験結果からもその必要はなくポリエチレン等の安価な資材の活用が望まれる。

4. 有孔マルチをした場合の早熟効果及びこれに適応するトンネル被覆資材を検知する目的で実験を行った。

早熟効果の高い資材としては、温度が高く光線の透過量の良い透明フィルムが最も良いようである。しかし全期収量は必ずしも高くなく、半梨地が最も高かった。また厚さ別 0.1mm 0.05mm の間では温度、生育、収量に大差がないので厚さ 0.05mm のフィルムを使用するのが経済的であろう。結局トンネル換気操作が充分ならば早期収穫を期待して透明フィルム 0.05mm を、換気労力が懸念される大面積栽培では、初期収量を犠牲にして半梨地を利用するのが良いと考える。

摘 要

1. 奈良県の苺栽培のマルチ併用トンネル栽培において、高温障害葉焼け症状が各地に認められ、ためにその経営を著しく不安定にしていることが指摘される。従つてこの生育障害対策は、苺栽培上重要な事項である。本実験はマルチ資材別のトンネル内環境（気温、地温、湿度、苺葉の水分含量の日変化）及びトンネル資材別の環境並に生育収量を調査し、葉焼け症状をおこす原因を探求しながら苺のマルチ併用トンネル栽培の安定を計らんとしたものである。
2. トンネル内気温殊に接地気温は、マルチの厚さにより異なることが判明した、即ちマルチの厚さが増すほど高温となる。またトンネル内接地温度の日変化も、厚手のもの程大きい。またマルチのない場合は温度較差が小さい傾向を示した。
3. 地温については、ポリエチレンの薄手のもの程地温の上昇が速やかであり、またポリエチレンよりビニールの方が地温上昇が速い。マルチングによる地温上昇効果は、大体マルチング実施後約1ヶ月近くして明瞭になるようで、それ迄はトンネル内裸地と大差なく経過する如く考察される。
4. 苺葉の水分含量はマルチ併用トンネル内では、日中急激な減少をきたしている。この水分の減少は日中露地

においてもみられるが、マルチ併用トンネル内で著しいことは、トンネル内の空気湿度が低下するからであると考えられる。内葉と外葉とでは外葉ほど水分の減少が著しい。なお低温期に全般に含水量低く地温、気温の上昇と共に含水量の増大することがうかがえた。

5. 結局マルチ併用トンネル内にひきおこされる葉焼け症状の原因は、根の吸水が充分でない2月中下旬頃に、トンネル内空気の水蒸気含量が減少し、同時に日射が強くなつたときに湿度が極度に低下し、瞬間的に強制脱水現象がおこるためであると考えられる。尚葉焼けが外葉に先づ発生するのは外葉程水分の減少が著しいからである。

6. 葉焼け障害を回避し促成効果の高い資材としては、有孔ポリエチレンフィルムが考えられる。このフィルムをマルチした場合トンネル内湿度が普通マルチより数%高く、温度上昇が緩慢である。

このことは、高温障害防止に好条件である。生育収量においても普通マルチに比し稍優位であり増収効果がみられた。

従つて対策資材として有孔フィルムの実用性の高いことを認めた。

参 考 文 献

- 1) 兵庫農試1959, 苺に対するビニールマルチ利用試験, 園試そ菜花き年報, 昭31
- 2) 石黒嘉門・伊藤克己1963, イチゴビニールマルチ栽培におけるビニール種類試験, 園試そ菜花き年報, 昭35, 363.
- 3) ———— 1963. イチゴ早熟栽培におけるトンネル材料とマルチ併用試験, 園試そ菜花き年報, 昭35, 36
- 4) 気象学ハンドブック編集委員会 1959, 気象学ハンドブック, 技報堂
- 5) 松原茂樹 1962, ビニール栽培の理論と実際, 農業技術協会
- 6) マクシモフ N. A. 1952. 植物と水に関する論文選集. ソ同盟科学アカデミー. 共学館
- 7) 二宮敬治・鈴木当治 1959. イチゴの早熟化に関する研究, 第1報, 露地イチゴのマルチ時期試験. 静岡農試研報 4: 10-19
- 8) ———— 1958. 苺のポリマルチによる早熟効果. 農及園 33 (1)
- 9) 二宮敬治 1965. 促成イチゴの温度障害と管理, 農及園 40 (3)

Summary

In Nara Prefecture, injury of strawberry leaves which may be attributed to high temperature, have broken out frequently in semi-forcing strawberry in tunnels with plastic film mulch, since plastic film mulching has spreaded over the prefecture.

Adequated measures against these injuries have been urgently required for the benefit of strawberry culture.

Researches for the environment factors which are influenced by the materials of mulching and tunnels, and for the growth and yields of strawberry which are effected by these factors, have been conducted since 1962. The results may be summarized as follows.

1. We recognized that the temperature in tunnels was effected by thickness of mulch films: the thicker mulch films were, the higher the temperature in tunnels was. And the surface temperature of mulching film was higher in the tunnel with thick film than in that with thin film. The diurnal variation of temperature was larger in the tunnels with thick film mulch.

2. Comparison among several polyethylene films showed that the soil temperature under thin films increased more quickly than under thick films.

Comparison between vinyle films and polyethylene films of the same thickness showed that the soil temperature increased more quickly under vinyle films than under polyethylene films.

The effects of plastic film mulch on the increase of soil temperature was recognized distinctly about 30 days after mulching.

3. Water contents of strawberry leaves in the tunnels with plastic film mulch, decreased more distinctly and more quickly in the daytime than in the tunnels with no mulch. Though the decrease of water content of leaves was found also in the open field in the daytime, it was more remarkable in the tunnels with plastic film mulch, because the moisture in the tunnels with plastic film mulch was lower.

Decrease of water content of outside leaves was stronger than that of inner leaves. Water content of leaves was low in cold season, but it increased gradually as the soil temperature ascended.

4. Leaf injury which breaks out in the tunnels with plastic film mulch, is attributed to the compulsive dehydration of leaves which occurs when the moisture in the tunnels has fallen and the temperature has risen with the stronger sunshine, and when water absorption by roots is obstructed as the soil temperature is too low.

Leaf injury first occurs in the outside leaves, because water content decreases more remarkably in the outside leaves.

5. The perforated film is recognized as the most beneficial mulch application by the reason of its effect to avoid the leaf injury and to promote the precocity of crops. It keeps high humidity and increases temperature slowly. And these factors may be favourable to the reduction of injury.

For plant growth and yields, the tunnels with perforated film mulch turned out better than those with normal film mulch. For these reasons, perforated films are recognized as valuable materials for mulching in tunnels.