植生のない被覆栽培用小型一重トンネル内の微気象環境特性*

金 関 四 郎

(大阪府立大学 農学部)

Micrometeorological Conditions in the Small Tunnel-like Covering

Shiro KANESEKI

(College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai, Osaka)

1. は し が き

トンネル栽培は、周知のごとく、紙やプラスチックフィルムなどをトンネル状に張つて地面を被覆し、人工的に被覆内の微気象環境を調節して農作物を栽培する小型被覆栽培の一方式であるが、被覆内の保温を主目的とする場合が多い。

このようなトンネル栽培は、約20年前に蔬菜の促成栽培用として本格的に開始されたが、1951年頃からプラスチックフィルムが優秀な農業用資材として実用化されて以来急速に普及発展し、それに伴つて、トンネル栽培に関する各種の研究も多くの人びとによつて行なわれてきた。

この報文は、筆者が、現在最も一般に使用されている

被覆栽培用小型一重トンネル、すなわち、被覆材が一重のものについて、植生のない場合における微気象環境の基礎的特性を究明するために行なつた実験結果をまとめたものである。

2. 実験方法ならびに結果と考察

実験に使用したトンネルは、断面が直径80 cmの正半円で、東西方向に長さが4 mのもの4個であり、それぞれに被覆材として、第1表の規格を有するパラフィン紙、無孔ポリエチレンフィルム、有孔ポリエチレンフィルムおよびクレモナ寒冷紗を用いたものである(以下各トンネルを、それぞれパラフィン紙区、無孔ポリエチレン区、有孔ポリエチレン区、寒冷紗区と称する)。

1961年5月に、これら4区と、同じく植生のない隣接

第1表 被覆材の規格と太陽放射透過率

被 覆 材		太 陽 放 射 透 過 率 (%)					
種 類	規 格	乾 燥 資 材					実 際 ト ン ネ ル
		入射角 (°)	フィル ターな し	フィルター使用			フィルターなし
				IRD 1	IRO 1	UVD2	
無孔ポリエチレン フ ィ ル ム	厚 さ 0.05 mm, 無 色 透 明	0	92	94	93	91	79
		30	90	—	—	—	
		60	82	—	—	—	
有孔ポリエチレン フ ィ ル ム	厚 さ 0.05 mm, 無 色 透 明 直径 1.8mm の穴 15mm 方形に全面	—	—	—	—	—	89
		—	—	—	—	—	
寒 冷 紗	厚さ 0.2 mm, クレモナ, # 300 白色	3	72	75	68	68	71
		30	62	—	—	—	
		60	52	—	—	—	
パ ラ フ ィ ン 紙	厚さ 0.05 mm, 淡 黄 色 半 透 明	0	77	80	72	68	69
		30	59	—	—	—	
		60	40	—	—	—	

* 昭和38年6月16日近畿支部大会にて発表

無被覆区について、以下に示すような微気象環境に関する測定と考察を行なった。

(I) 被覆材の太陽放射透過率

(A) 実験方法ならびに結果 無孔ポリエチレンフィルム、パラフィン紙および寒冷紗の各乾燥状態のものについて、ゴルチンスキー型日射計により、太陽光線の入射角が異なった場合の透過率、ならびに、マツダ色ガラスフィルターを使用した波長域別の透過率をそれぞれ測定した、さらに、植生のない実際の供試トンネルについて、各トンネル内の中央部地面に農試電試型日射計を設置し、被覆状態下における透過率を測定した。

得られた値を第1表に示す。

(B) 考察 乾燥状態の資材についての透過率は、無孔ポリエチレンフィルムの値が、入射角別、波長域別いずれも最大であつて、透過性の優秀なことを示している。一方パラフィン紙は、入射角 0° の時は寒冷紗より

も透過率が大であるが、入射角が増大するに伴つてその関係が逆転し、寒冷紗の値よりも小さくなつてくる。なお、フィルターを使用した測定値では、各波長域ともにパラフィン紙の値が、寒冷紗の値と同等か、それよりも大きいことが認められる。

つぎに、実際の供試トンネルについての総括透過率は、一時刻における測定例ではあるが、被覆材内面の結露や支柱などの影響のため、上記乾燥資材についての値よりは小さく、また、トンネル被覆資材の違いによる差は、入射角の比較的大きい場合の乾燥資材の透過率の場合と同様な大小順位関係が認められる。

(II) 温 度

(A) 実験方法ならびに結果 無栽植のトンネル内におよ温度環境特性を明らかにするため、トンネル被覆材の温度、ならびに、トンネル内と、その隣接無被覆裸地における気温、地表温および地温を、第1図に示

第2表 温度 ($^{\circ}\text{C}$, 1961年5月6～7日)

区	測 点	8 時	12	16	20	24	4
無 孔 ポ リ エ ン	被 覆 材 温 40 cm	18.1	31.7	26.1	15.1	10.8	10.6
	3 点平均地表温	17.8	37.4	34.4	20.6	16.2	14.4
	〃 地 温 -3 cm	15.6	31.3	33.4	23.5	19.1	16.8
	地 温 -5 cm	15.0	29.5	33.8	25.1	20.6	18.0
有 孔 ポ リ エ ン	被 覆 材 温 40 cm	17.9	31.2	24.9	14.9	10.3	10.3
	3 点平均地表温	18.0	35.3	32.7	19.5	15.9	14.6
	〃 地 温 -3 cm	16.3	30.9	31.8	22.4	18.9	16.7
	地 温 -5 cm	15.3	28.9	31.9	24.4	20.4	18.2
寒 冷 紗 区	被 覆 材 温 40 cm	15.5	24.1	21.8	15.0	9.8	10.3
	3 点平均地表温	16.7	29.5	26.8	16.6	13.6	12.7
	〃 地 温 -3 cm	15.4	25.7	26.8	19.7	16.5	15.3
	地 温 -5 cm	14.9	24.2	26.2	20.4	17.2	15.9
パ ラ フ ィ ン	被 覆 材 温 40 cm	16.9	30.5	23.0	15.0	10.8	10.6
	3 点平均地表温	18.7	35.6	31.7	19.6	16.1	14.7
	〃 地 温 -3 cm	16.5	30.0	31.2	22.7	19.2	17.4
	地 温 -5 cm	16.2	28.8	31.4	24.1	20.4	18.4
無 被 覆 区	気 温 35 cm	14.4	20.8	21.3	15.4	11.0	10.6
	〃 20 cm	15.1	21.3	21.0	15.4	10.9	10.6
	〃 5 cm	16.0	23.4	22.2	15.4	10.9	10.6
	地 表 温	19.9	38.4	31.4	15.2	10.8	10.2
	地 温 -3 cm	15.9	30.1	30.2	20.4	16.4	14.7
天 風 風 速 雑	天 氣	○	☉	☉	○	○	☉
	風 向	E	NNW	NW	—	—	—
	風 速 (m/s, 1.5 m 高)	1.2	0.4	1.4	—	—	—
	雑 象	—	—	—	☾ ¹	☾ ²	☾ ²

第1図 温度測点 (×は測点, 数字の単位は cm)

す測点で, 1961年5月6～7日に, 熱電対を用い, 2時間隔で測定した。

測温結果の一部を, 第2表と第1図に示す。

(B) 考察

(i) 昼間 トンネル内における昼間の7測点の平均気温は, すべて, 無被覆裸地よりも高温であるが, 被覆4区中では, 無孔ポリエチレン区が最高温であつて寒冷紗区が最も低く, 有孔ポリエチレン区あるいはパラフィン紙区の温度が中間に位する。このように, 無孔ポリエチレン区の気温が, 4被覆区の内で最高の値を示すのは, 被覆材の太陽放射透過率は有孔ポリエチレンフィルムよりも多少小さいが, フィルムの通気性がほとんどないため, トンネル内の暖気がトンネル外へ流出不可能なことによる。また, 有孔ポリエチレン区と寒冷紗区の気温成立機構としては, 定性的につぎのごとく考えられる。すなわち, 有孔ポリエチレン区は, 上述したように, 被覆材の太陽放射透過率は無孔ポリエチレン区の値よりも大きい, 通気性が良好なため, トンネル内の気温は無孔ポリエチレン区内よりも低くなることが考えられ, それに反して, パラフィン紙区は, 被覆材の太陽放射透過量は有孔ポリエチレン区より少ないが, パラフィン紙の通気性が有孔ポリエチレンフィルムよりも相当不良なため, 通気性のきわめて良好な寒冷紗区ほどの気温の低下は考えられない。このような受熱および放熱過程の結果として, 有孔ポリエチレン区あるいはパラフィン紙区内の気層中に残留する熱量が, 無孔ポリエチレン区と寒冷紗区との中間の値をとるのであろう。

また, 寒冷紗区における昼間の7測点平均気温は, 上述のごとく4トンネル中最低であるが, これはいうまでもなく, 寒冷紗の太陽放射透過率が最小であることよりも, 通気性が他の被覆材に比して著しく良好なことに基因する。しかしながら, 寒冷紗が空気の流動を妨害し, また, 受熱面として作用するため, 植生のある場合 (たとえば金関, 1967) とは異なり, 無被覆裸地の同じ高度

の気温よりは高温の傾向があつて, 気温に対する保温性は微弱ではあるがある程度認められる。

以上のような昼間の気温特性に対し, 同じく昼間における各区内の地表温と地温の特性は, 被覆区の間高低関係は気温の場合と類似した傾向を示しているが, 無被覆区との関連においては寒冷紗区のみが気温の場合と異なっていることである。すなわち, 昼間, 寒冷紗区では気温は既述のごとく無被覆区よりも一般に高温であるが, 地表温と地温は無被覆区よりも低温であつて, まつたく保温効果は認められない。これは, いうまでもなく, トンネル内の地面に到達する日射量が無被覆区よりも少ないことと, 寒冷紗の通気性が良好なことによる。

つぎに, 各被覆材の温度は, 昼間の高温時においても常にトンネル内の気温よりも低温である。これは, 被覆内が高温であり, かつ, 被覆材が受熱面として太陽放射の一部を吸収しても, 被覆材表面からトンネル外の気層へ, 主として乱流拡散によつて熱が急速に移動することによる。なお, 被覆材温度の区間高低順位は気温の場合と同様な傾向を示している。

(ii) 夜間 夜間におけるトンネル内の気温, 地表温および地温の区間差は昼間の場合よりも小さく, 保温力 (無被覆区よりも高温に維持し得る能力であつて, 無被覆区との温度差でその大小が示される) の区間差は昼間よりも減少しているが, 無孔ポリエチレン区が4トンネル中で最も高温であり, 寒冷紗区が最も低いことは昼間と同様である。なお, 夜間低温時に, トンネル内の気温が無被覆区の同じ高度の気温よりも低い場合があり, また, 夜間放熱時における被覆材の温度はトンネル内の気温よりも低い。これらの現象は, トンネル裁覆材面が, トンネル内の地面とともに, 夜間における一つの放熱面として強力に作用していることを示すものである。以上のことは, 放射ならびに伝導による被覆材の冷却を防止あるいは軽減することが, トンネル内の温度の低下を緩和する有力な手段であることを示す。

(iii) 第2図は, 各トンネルの断面における4時間ごとの気温分布図であるが, 各トンネルの気温分布特性として以下の事項が認められる。

まず, 通気性がきわめて不良な無孔ポリエチレン区とパラフィン紙区では, 夕刻から翌朝 (18時～6時) にかけて, トンネル内空域の下層が暖域で, 上層が相対的に冷域の傾向がある。かような熱的不安定分布は, 被覆材面での放射と伝導による冷却効果が, トンネル内の地面における同様な冷却効果よりも強力なことを物語るものであろう。しかしながら, 8時より12時にかけての太陽放射量の増大時には, 暖域はトンネル内の上部に移動し

第2図 トンネル内の気温分布 (°C, 1961年5月)

て下層が冷域となり、被覆材面での冷域効果は、トンネル内の気温分布上では結果的には微力化し、受熱効果が卓越してくる。さらに、太陽放射量の減少時である14時、16時には、再び被覆材面での冷却効果が顕著となつてトンネル内上部が冷域、下部が暖域となり、夜間の分布型に変わる。

つぎに、通気性の比較的良好な有孔ポリエチレン区内の気温分布特性は、通気性が不良な上記無孔ポリエチレン区およびパラフィン紙区とは対照的であつて、夜間の22時～4時以外はすべて上層が暖域で、下層が冷域となっている。その起因としては、昼間、フィルム面が放射吸収面として作用していること以外に、有孔のために、常にトンネル内の暖気が外気中へ上部の穴より流出していることが考えられる。なお、夜間の22時～4時における不安定分布は、この時間に、フィルム面における放射と伝導による冷却効果が強力化してきたために生じた結果とみられる。

他方、被覆材の通気性が最も良好である寒冷紗区の気温分布は、上述の3被覆区とはさらに特性が異なり、10時と12時を除けば、すべて下層が暖域で、上層が冷域となつている。すなわち、寒冷紗の通気性が他の被覆材に

比して著しく良好であるために、昼間は、10時と12時以外の、一般風速が比較的大である時刻には、空気の移動を妨害し、かつ、熱取得面として作用する寒冷紗の存在価値が微力化し、無被覆の性状に近似して下層が暖域となるが、夜間は、無風であつたために、被覆材面での冷却作用が効果的となつて上冷下暖の分布を示したものと推察される。

(Ⅲ) 相対湿度および蒸気圧

(A) 実験方法ならびに結果 相対湿度と蒸気圧の測定は、乾湿球熱電対を、上述の植生のない各トンネル内の中央部の地上20cmおよび隣接無被覆裸地の地上20cmに設置して行なつた。

得られた値を第3図に示す。

第3図 相対湿度および蒸気圧の日変化 (1961年5月6～7日)

(B) 考察 トンネル内の相対湿度と蒸気圧は、被覆材の通気性が良好となるに伴つて小さく、無被覆区の値に接近する。特に、寒冷紗区の相対湿度が無被覆区の値よりも小さい場合があるが、この成因は、寒冷紗の通気性がきわめて良好であり、かつ、トンネル内の気温が無被覆区より高温なことであると推測される。なお、他の特性の一つとして、通気性が良好で気温の日較

第3表 水面蒸発量 (1961年5月6日6時～7日6時)

	無孔ポリエチレン区	有孔ポリエチレン区	寒 冷 紗 区	パラフィン紙区	無 被 覆 区
蒸発量 (g)	8.4	13.5	19.1	9.5	22.8
蒸 発 量 比	0.37	0.59	0.84	0.42	1.00

差が小さいトンネルほど相対湿度の日較差が大となり、蒸気圧の日較差が小となつて、それぞれ無被覆区の性状に近づいて行くことがあげられる。

(IV) 蒸発量

(A) 実験方法ならびに結果 ある場所における水面蒸発量は、その付近の熱、気流および蒸気圧等の微気象環境の影響を総合的に受けた結果であるから、数地点での水面蒸発量を測定することにより、かような微気象環境の総合的な、地点間の差異を知ることができる。

本実験では、直径 7.3 cm、深さ 3.3 cm の金属製の円筒に水を入れて、上述した植生のない各トンネル内および隣接無被覆裸地の地上に設置し、24時間内の水面蒸発量を測定した。

測定値を第3表に示す。

(B) 考察 蒸発量の値も、上述の相対湿度などと同様に、トンネル被覆材の通気性が支配的要因として作用しており、通気性が4トンネル中最も良好な寒冷紗区で最大であつて無被覆区の状態に近く、有孔ポリエチレン区がそれにつづき、無孔ポリエチレン区が最小である。なお、通気性の存在が無視できる無孔ポリエチレン区においても相当な蒸発量が得られたが、これは、トンネル内では、日最低気温の発現後、気温の上昇に伴つて飽和蒸気圧が著しく大きくなることが主要な原因であろう。

(V) 熱収支的考察

(A) 実験方法ならびに結果 ここでは、植生のない上記4種のトンネルの微気象環境の差異を、熱収支的な面から考察する。

いま、長さが無限大で、断面が正半円のトンネルを考え、その一部単位長のものをとつて単位トンネルと称し、熱収支的説明は、植生のない単位トンネルについて行なう。ただし、長さの方向における微気象環境の差異はないものとする。

まず、この単位トンネルを構成する被覆材面および地面に出入りする放射による全熱流の差し引き、すなわち、正味放射量を考へて S で表わし、それが、トンネル外の大気からこの単位トンネルの内部に向かうものを正とする。つぎに、単位トンネル内の地表面から土壌中へ、あるいは、土壌中から地表面へ向かう伝導熱流を B

で示して、前者の場合を正とする。また、単位トンネル内の空気層を暖めるに要する熱量、あるいは、空気層が冷却する際に放出する熱量、すなわち、貯熱量の変化を T とし、前者の場合を正の値とする。さらに、この単位トンネル被覆材面と外気層との間で、乱流拡散、対流あるいは移流などによる熱授受が行なわれるが、このような顕熱伝達量を L で示して、単位トンネル外へ向かう場合を正とする。なお、単位トンネル被覆材面および単位トンネル内の地面で行なわれる蒸発、昇華および凝結に要する潜熱伝達量を V とし、状態変化において熱が消費される場合を正、放出される場合を負とする。以上より、単位トンネルの熱の収支はつぎの基本式で与えられる。

$$S=B+T+L+V$$

したがつて、各トンネルの熱収支の実態を知るには、この基本式の各項の値を測定すればよいが、それらの正確な測定は現段階ではほとんど不可能であるので、本実験では一部の値しか測定されていない。以下、各項の値の測定あるいは算出法について述べる。

S : 矢吹試作の正味放射計 (矢吹・今津, 1961) を各トンネル中央部の頂部上方 15 cm に設置して測定し、それを単位トンネルに関する S の値とした。

B : B の値は次式によつて求めた。

$$B=-c\rho k\frac{\partial\theta}{\partial z}\Big|_{z=0}$$

ここに c , ρ および k は、それぞれ、土壌の比熱、密度および熱拡散率であつて、 $\partial\theta/\partial z$ は地温の垂直傾度である。ただし、いまの場合、水平方向の熱流はなく、 c , ρ および k は土壌の温度と深さには無関係で一定であると仮定する。まず、 $\frac{\partial\theta}{\partial z}\Big|_{z=0}$ の値は、各トンネルについて、各区の地表温と地温 (−3 cm) の、それぞれ3点の平均値から求め、 k の値は、各トンネル中央部の地表温と地温 (−3 cm) を用いて調和分析の方法で算出し、 B の値の計算には、得られた4個の k の平均値を使用した。なお、 c の値は熱量計で測定し、 ρ の値は実測した。

T : 本実験の場合、空気物理性から、 T の値は B の値などに對比して著しく小さいことが当然予期される。ここではその概値を知るために、一応、つぎの方法による算出値をもつて T の値とした。すなわち、たとえば10、

第 4 表 単位トンネルにおける熱収支諸成分の値 (cal/min, 1961年 5 月)

日	時	無 孔 ポ リ エ チ レ ン 区				有 孔 ポ リ エ チ レ ン 区			
		S	T	B	L + V	S	T	B	L + V
6 日	8 時	26.08	0.08	4.88	21.12	26.40	0.07	3.84	22.49
	12	34.32	0.02	13.68	20.62	34.64	0.02	9.92	24.70
	16	11.28	-0.05	2.24	9.09	11.76	-0.04	2.00	9.80
	20	-5.92	-0.02	-6.56	0.66	-5.76	-0.02	-6.56	0.82
	24	-4.88	-0.01	-6.56	1.69	-4.88	-0.01	-6.24	1.37
7	4	-4.24	0.00	-5.36	1.12	-4.33	0.00	-5.36	1.03
正 値 合 計*		150.32	0.16	44.32	112.77	152.56	0.18	28.32	132.80
負 値 合 計*		-32.96	-0.16	-39.76	0	-31.70	-0.14	-40.30	0

日	時	寒 冷 紗 区				パ ラ フ ィ ン 紙 区			
		S	T	B	L + V	S	T	B	L + V
6 日	8 時	28.64	0.04	2.88	25.72	26.32	0.07	4.88	21.37
	12	41.76	0.02	8.56	33.18	35.20	0.01	12.56	22.63
	16	12.40	-0.02	0.00	12.42	11.52	-0.05	1.12	10.45
	20	-4.56	-0.02	-6.96	2.42	-5.44	-0.02	-6.96	1.54
	24	-4.24	-0.01	-6.56	2.33	-4.08	-0.01	-6.96	2.89
7	4	-3.60	0.01	-5.84	2.23	-4.00	0.00	-6.08	2.08
正 値 合 計*		179.60	0.13	21.52	132.80	153.28	0.17	38.72	128.63
負 値 合 計*		-26.88	-0.09	-40.88	0	-29.28	-0.16	-43.36	0

(* 6日8時から7日6時までの12測定値の合計)

時における T の値は、8時から10時まで、および、10時から12時までの、トンネル内の7点平均気温の上昇あるいは下降値から、両時間内にトンネル内の気層が授受する熱量をそれぞれ算出し、その両者を算術平均して求めた。

L および V : 本実験における L および V の値の単独測定はほとんど不可能であるが、 S , B および T の値を求めれば、残余項として $L+V$ の値が得られるから、これを調べることによつて各トンネルの特性傾向を明らかにすることとした。

以上の測定、算出法によつて得られた、1961年5月6～7日における諸項の値の一部を第4表に示す。

(B) 考 察

ここでは、第4表に基づいて定性的な考察を試みる。

(i) S : この値の成立機構と測定は、水平方向に広い平面の熱収支におけるものに比して複雑であり困難であるが、一応、得られた測定値が S の近似値であるとして考察する。

まず、昼間の両ポリエチレン区においては、有孔区は、フィルム面における上方からの放射に対する反射量

が無孔区より少ないことが明らかであり、かつ、トンネルの温度は有孔区のほうが低いため下方からの長波放射量が無孔区よりも少なく、結果的に S の値は無孔区よりも有孔区のものが大となる。つぎに寒冷紗区では、被覆材表面での太陽放射の反射量が4区中最小とみられ、さらに、トンネルの温度が4区中最低であることから、昼間の S の値は4区中最大となる。なお、パラフィン紙区は、被覆材表面の、太陽放射に対する反射が無孔ポリエチレン区よりも幾分弱いとみられ、また、昼間のトンネルの温度が無孔ポリエチレン区より低温であることから、パラフィン紙区の S の値は無孔ポリエチレン区よりも大となる。以上のごとく、昼間の S の値は、寒冷紗区が4区中最大で、無孔ポリエチレン区が最小であり、両者の間に有孔ポリエチレン区あるいはパラフィン紙区の値が存在する。

かような昼間の特性に対し、負値となる夜間では、トンネル内の7点平均気温が最も高い無孔ポリエチレン区の絶対値が4区中最大であり、最も低温な寒冷紗区の絶対値が最小の傾向がある。

(ii) B : 各トンネルとも、地表面から地中へ向

かう熱量の日最大値発現時は日射量の最大時である正午であるが、地中から地表面へ向かう熱量の日最大値は20時から24時の間に出現しており、また、正值は日出時より少なくとも1時間後より、負値は日没時より少なくとも約1時間前にそれぞれ出現していることが明らかである。

つぎに、トンネルによる差異に関しては、各区における正值の日最大値は、無孔ポリエチレン区のもの4区中最大で、パラフィン紙区、有孔ポリエチレン区、寒冷紗区の順に小さくなつていて、トンネル被覆材の通気性が不良であつてトンネル内の地表温が高温な区ほど地中への熱流が大であること、ならびに、夜間、地中から地表へ向かう熱流の日最大値は、パラフィン紙区のもの4区中最大であつて、寒冷紗がそれにつぎ、有孔ポリエチレン区と無孔ポリエチレン区が最小であることが認められる。

なお、2時間間隔で、8時から翌朝6時にわたつて測定算出した12個の値の内、正值の合計は、無孔ポリエチレン区が最大で、パラフィン紙区、有孔ポリエチレン区、寒冷紗区の順に小さくなつており、日最大値と同様に、被覆材の通気性が不良な区ほど大であるが、負値合計の絶対値では、正值ほどの顕著な区間差は認められない。

(iii) T : 被覆材の通気性がきわめて不良な無孔ポリエチレン区とパラフィン紙区における T の日最高正值は8時、負値の最大絶対値は16時と18時にそれぞれ出現しているが、それらの値は、いずれも、 S の値に対比すれば微量である。

なお、被覆材の通気性を考慮する必要がある有孔ポリエチレン区および寒冷紗区においては、トンネル内外の気層間に、被覆材を通しての対流あるいは移流に基因す

る熱量の授受が T の値の変動に関与するため、トンネル内気温の成立機構は複雑であるが、無孔ポリエチレン区と同様な算出方法によつて得られた T の値は、無孔ポリエチレン区よりも、見かけ上、さらにわずかな量である。

(iv) $L+V$: $L+V$ の値が正である昼間(8時～16時)は、寒冷紗区の値が4区中最大であり、被覆材の通気性が不良となるに伴つて移流や対流による熱輸送量が少なくなり $L+V$ の値が小さくなること、ならびに、 S の値の内の相当量が L および V によつて占められている実態が明らかに認められる。ただし、夜間、 S が負値の時期には、 $L+V$ の値は著しく小となるが、熱収支基本式の残余項として得られた値であるため、測定および算出に伴う誤差の介入のおそれも考えられるので、夜間における区間差についての検討は省く。

3. あとがき

一般に使用されている被覆栽培用の小型トンネルは、その形状や大きさ、あるいは被覆内の植生の状態などが雑多であるため、それぞれのトンネルにおける微気象環境の実態を知ることは不可能であり、したがつて、基礎的な特性の究明が必要となる。

本実験は、かような小型一重トンネルの微気象環境について、基礎的な解析を行なつたものであるが、上述した諸特性が、合理的なトンネル栽培に寄与することができれば幸甚である。

引用文献

- 1) 金関四郎(1968) 農業気象, (投稿予定).
- 2) 矢吹万寿・今津 正(1961) 園芸学会雑誌, **30**, 171-177.

Summary

Experiments on the microclimate in small tunnel-like coverings are undertaken with various covering materials.

The covering materials used are paraffin paper, nonperforated polyethylene film, perforated polyethylene film and vinylon cheese cloth.

(1) The transmission coefficient for solar radiation of the covering varies with the covering materials, incident angle and wave length of radiation.

(2) Temperature of the covering material, and the air, the soil surface and the soil temperature in the covering are influenced by the transmissibility for radiation and the air permeability of the covering material.

(3) Relative humidity, vapour pressure and amounts of evaporation from water surface in the covering depend on the air permeability of the covering material.

(4) Differences in the heat balance characteristics among coverings used are mainly due to the air permeability of the covering material.