

ハウス用被覆資材の屋外暴露による経年変化

黒 住 徹・川 島 信 彦

Change in Properties of Covering-Materials for Greenhouse Resulting from Outdoor Exposure.

Tooru KUROZUMI and Nobuhiko KAWASHIMA

緒 言

我が国のプラスチックハウスの面積は1980～81年実績で34,174haあり⁶⁾、世界最大といわれているが、硬質フィルムや硬質板などの耐久性資材を被覆したハウスの面積は573haで全体に対する比率は1.7%とかなり低い。しかし、1978～79年対比⁷⁾で見ると45%の増加を示し、ハウス全体の13%増に比べその伸び率は高い。こうした状況の中で、耐久性資材は近年特に多種となってきた。

新しく展張する資材を選択したり、展張後一定期間経過したハウスの光条件や強度を予測し、張替えの時期を見積るためにも、これら被覆資材の経年変化を知る必要性は高い。さらに、耐久型のプラスチックハウスの開発や、廃棄物の公害対策のためにも、被覆資材の経年変化は重要な意味を持つ。

過去において、ハウス用被覆資材の耐候性を長期にわたって比較調査した事例は少なく、我が国では、わずかに原²⁾による報告が目される。しかし、光線透過率の経年変化を継続的に測定した例はなく、一時的な測定例においても、測定法上の問題が多い。

筆者らは多数の被覆資材を暴露状態のまま、短時間で連続的に測定できる、走行式の光検出装置を考案し製作した。そして、この装置を用い、1974年より市販の代表的ハウス被覆資材10種の屋外暴試験を始め、その後、順次新しい製品を加えながら測定を継続中である。また、波長別光線透過率や表面付着物の調査も実施した。これらの現在までの結果を報告する。

供試資材および方法

1. 供試資材

屋外暴露にはフィルム資材として軟質塩化ビニール3種、硬質塩化ビニール2種、飽和ポリエステル1種

の6種、波板資材として塩化ビニール1種、ガラス繊維強化ポリエステル4種、ガラス繊維強化アクリル4種、アクリル2種、ポリカーボネート1種の12種、および比較対照としてガラス1種の合計19種を用いた。供試した資材の商品名、会社名、公称厚さおよび展張開始年は第1表に示した。波板はアクリル1種を除き32種の製品を用いた。なお、本稿では資材名は第1表に記した略称を用いた。

2. 展張方法

奈良農試構内で、周囲の開けた圃場に第1図に示したとおり南向きに30度の傾斜を持たせた、横長のフレームに連続して展張した。フレームの下側の高さは地面から35cmとした。1974年8月～1979年8月は木製のフレームに、フィルムは木ずり、波板はかさ釘を用いて固定した。この期間はフレームの1区画は縦100cm横65cmで4反覆とした。1979年8月にフレームの老朽化と増設の必要から、資材をいったん取りはずして室内保存し、同年10月より亜鉛メッキ丸パイプ製のフレームに再び展張し、屋外暴露を始めた。この時期からはフレームの1区画は縦95cm、横58cmで、2反覆とした。また、資材の固定にはフィルムはビニベット、波板はテクスネジを用いた。フレームの周囲は第1図のとおり開放状態とした。なお、暴露期間中の水平面日射量は年間約105,000 lyであった。

3. 日射透過率の測定法

1) 測定装置

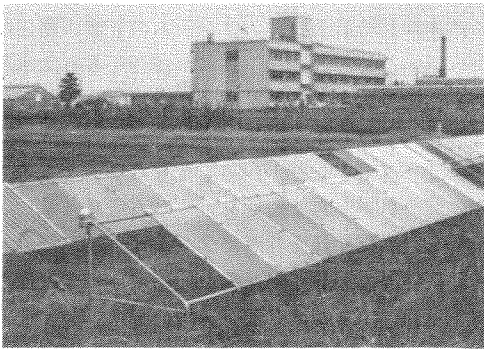
自走式の光検出装置を製作し、使用した。この装置は第2図に示したように、つり戸用のレールを利用した走行レール、シンクロンスモーターを内蔵した自走車、光検出器およびペンレコーダーから成る。スイッチボックスの操作により、自動的に走行逆行をし、速度は103mm/secであった。光検出器はシリコン光検出素子(シャープSPD580)を4個縦長に使用した。光検出器のサイズは5×80mmで角度可変式の取付板に自走車

第1表 供試資材

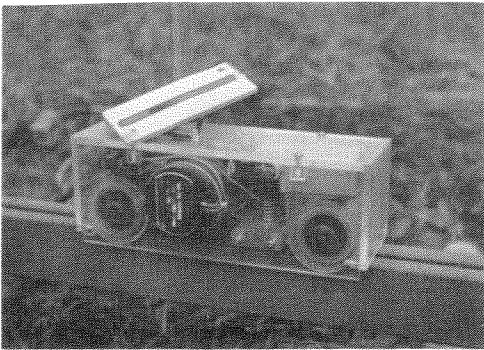
	資材名	略称	商品名	会社名	公称厚さ(mm)	暴露開始年
フィルム	軟質塩化ビニール(透明)	軟質PVCフィルムA	ノービエース	三菱モンサント化成	0.1	1974
	"(梨地)	" B	ノービエース	"	0.1	1974
	"(防じん)	" C	クリーンエース	"	0.1	1974
	硬質塩化ビニール	硬質PVCフィルムA	ボンセット	シーアイ化成	0.1	1974
	"	" B	サントグラス	三菱モンサント化成	0.15	1977
	飽和ポリエステル	PETフィルム	シクスライト	東明興業	0.175	1977
(32波)	硬質塩化ビニール	PVC波板	クリスタル	大日本プラスチック	1.0	1974
	ガラス繊維強化ポリエステル	FRA波板A	ファイロンA	日東紡績	0.7	1974
	"(フッ素樹脂加工)	" B	クリスタル	バンボー工業	0.8	1974
	"(")	" C	ファイロンAスーパー	日東紡績	0.7	1977
	"(")	" D	エポライトエンゼル	日本ポリエステル	0.8	1979
	ガラス繊維強化アクリル(散光)	FRA波板A	アクリルナミイタ	タキロン	0.8	1974
	"(透明)	" B	バナソーラ	三井東洋化学	0.6	1976
	"(")	" C	サンコール	日東紡績	0.7	1977
	"(")	" D	スーパーアクリル	タキロン	0.8	1979
	アクリル	MMA波板A	アクリパネル	三菱レイヨン	1.8	1980
"	" B	MMA波板	旭化成工業	1.0	1980	
ポリカーボネート	PC波板	ユービロンサンガード	三菱瓦斯化学	0.7	1980	
平板	ガラス	ガラス A	—	—	4.0	1974
	"	" B	—	—	4.0	—
	"	" C	—	—	3.0	—

* MMA波板Aのみ63波

商品名、会社名は資材の入手当時のものである。



第1図 被覆資材の暴露状態



第2図 走行式光検出装置

射の入射角が0度に近くなるように固定した。被覆資材と光検出器との距離は16cmであった。この結果、本検出器は資材の1点ではなく、50mmの幅で帯状に資材を透過する光を、とらえることができた。光検出器を走行方向に対して、斜に取付けたのは、波板を透過した光の縞模様による光量の変化を緩和するためである。走行中1~2度の自走車のゆれが観察されたが、ゆれによる誤差は0.1%以下である。

2) 測定法

測定は太陽の南中時に近い、11時30分から12時30分の間の晴天時に行った。被覆資材表面のほこりはふき取らず汚れたままとした。日射透過率は被覆資材の透過光量の空フレーム部の光量に対する比率とした。透過光量は隣接する被覆資材やフレームの影響を避けるため、各資材の区画内の中央部 $\frac{1}{2}$ の範囲の平均値をとった。さらに、日射量の変動をチェックするため、屋外日射量を別のシリコン光検出器で測定し、同時に記録した。

4. 波長別光線透過率の測定法

200~850nmの紫外から近赤外の波長域について、日立556型分光光度計を用いて測定した。試料は暴露開始時より室内保存した資材と屋外暴露後の資料より切り取り、水を浸したタオルペーパーで表面の汚れをふき取ったものを用いた。また一部の資材については2.5~25 μ mの遠赤外部について、日本分光工業のIR-

の進行方向に対して40度の角度をつけて、測定時の日

G型赤外線分光光度計を用いて測定した。

調査結果

5. 表面付着物の調査法

1982年7月に暴露中の18種の資材の表面に付着した物質を資材の表面約10cm²からメスでかき取り顕微鏡で観察した。なお、軟質ビニールのみは1981年より暴露を開始した資材について調査した。

1. 資材の特徴と経年変化

日射透過率の経年変化を第2表に、200～850 nmの波長別光線透過率を第3図に示した。各資材の特徴をみると以下のとおりである。

第2表 被覆資材の日射透過率の経年変化

供試資材	公称厚さ (mm)	暴露開始年	日射透過率 (%)								日射透過率の初期に対する減少率 (%)														
			初期	8か月	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	8か月	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年				
軟質PVCフィルムA	0.1	1974	92	81	76	74							12	18	20										
＃ B	0.1	1974	92	81	76	74							12	17	19										
＃ C	0.1	1974	92	88	80	77							4	13	16										
硬質PVCフィルムA	0.1	1974	92	91	89	86	87	86					1	4	6	6	6								
＃ B	0.15	1977	93	—	89	88	85	86	84				—	5	6	9	8	10							
PETフィルム	0.175	1977	92	—	86	87	86	84	81				—	7	6	7	9	12							
PVC波板	1.0	1974	89	88	86	84	84	85	84	83	81	81	1	3	6	5	5	6	7	9	9				
FRP波板A	0.7	1974	89	88	85	81	78	71	61	52	43	43	1	5	10	13	20	31	42	52	52				
＃ B	0.8	1974	86	85	84	82	82	81	80	77	75	71	1	3	5	5	6	7	11	13	18				
＃ C	0.7	1977	90	—	86	85	81	77	68				—	4	5	9	15	24							
＃ D	0.8	1979	88	—	85	84	77						—	4	5	13									
FRA波板A	0.8	1974	91	90	89	86	86	83	81	75	69	69	1	3	6	5	9	11	17	24	25				
＃ B	0.6	1976	91	—	87	85	83	76	72	67			—	5	6	9	16	20	27						
＃ C	0.7	1977	92	—	86	85	77	71	67				—	6	8	16	22	27							
＃ D	0.8	1979	90	—	88	86	84						—	2	5	7									
MMA波板A	1.8	1980	92	—	90	88							—	3	4										
＃ B	1.0	1980	92	—	90	88							—	3	5										
PC波板	0.7	1980	91	—	86	83							—	5	9										
ガラスA	4.0	1974	80	79	78	76	77	76	77	77	76	76	1	2	5	3	5	4	5	4	4				

1) 軟質塩化ビニール(軟質PVC)フィルム

普通タイプのAおよび梨地のBは汚れやすく、日射透過率の減少率は、暴露後8か月で12%、2年後には20%となった。防じんタイプのCでは8か月後の変化は4%で、A・Bの1/2程度であった。しかし、1年後には日射透過率の減少率が13%、2年後には16%となり、A・Bに近くなった。波長別光線透過率をみると、防じんタイプのCは、600 nm以上の波長では暴露2年後でも汚れをふき取ると、透過率の低下はおおよそ2%にすぎず、したがって日射透過率の減少はほとんどが汚れの付着によると考えられる。一方、600 nm以下の波長についてみると、波長が短くなるに従って透過率の低下が大きく、380 nmでは、初期に比べ23%低い値を示した。普通タイプのA・Bは、防じんタイプのCと同様の傾向を示したが透過率の低下が全体に大きかった。いずれのフィルムでも2年後には柔軟性が低下し、特に、初期の暴露ではフレームが木製であったこともあり、フレームの固定部分の劣化が大きく、破れやすくなり、それ以上の使用は無理と考えられた。

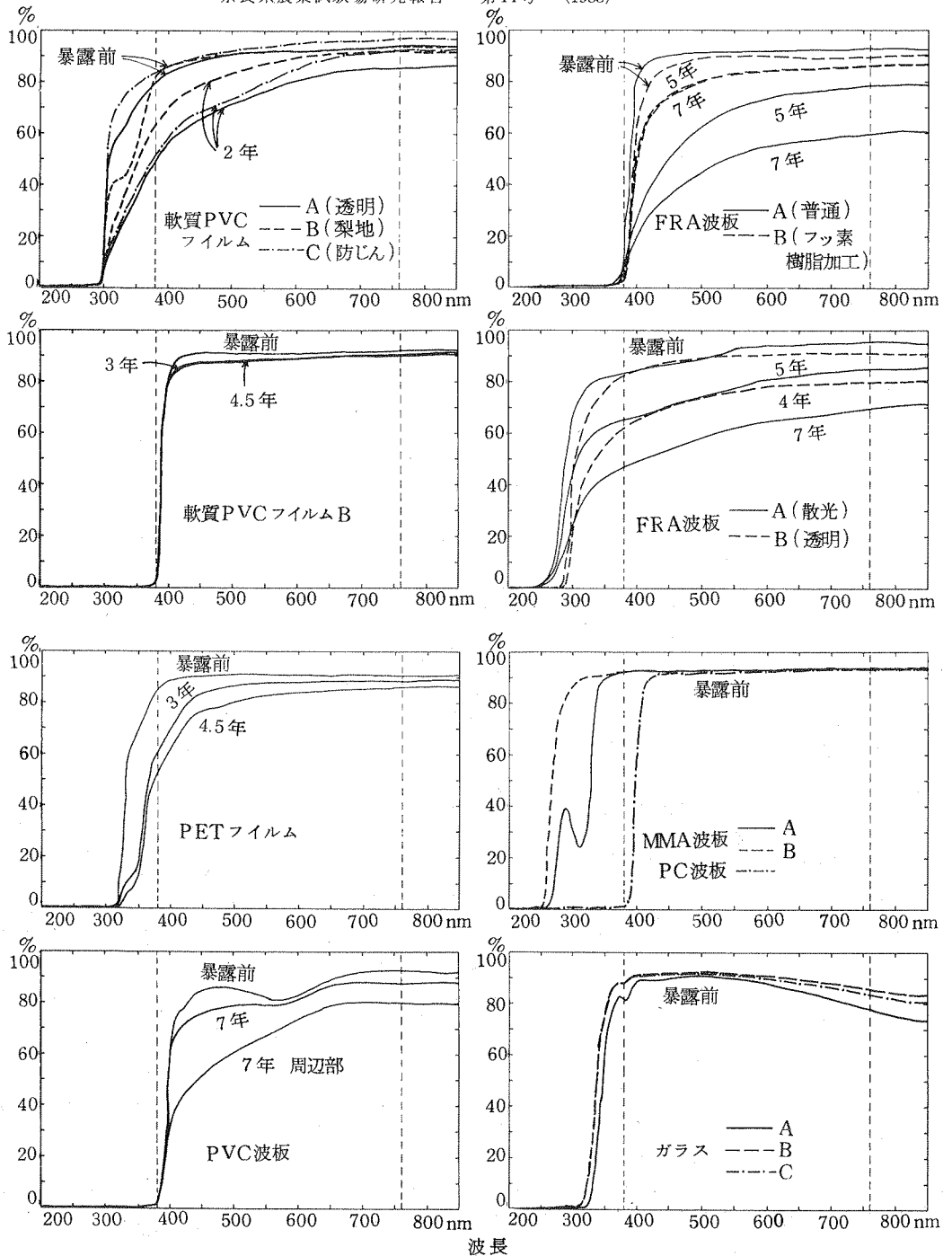
2) 硬質ビニール(硬質PVC)フィルム

A・Bいずれも日射透過率の減少率が小さく、4年後で7%前後であった。この時点での日射透過率は、いずれも86%と高かった。しかし、Aは4年後には固定部のフィルムの重ね目が褐色となり、もろくなったため、それ以上の使用は無理であった。Bは厚みが0.15 mmあり、さらに、2年目以降はパイプフレームに重ね目をつけずに固定したためか、5年後でも周辺部の劣化はごくわずかであった。波長別光線透過率はA・Bいずれも390 nm以下がカットされている。Bの透過率の低下は第3図に示したように、3年と4.5年との間にほとんど差がなく、2～4%にすぎなかった。また、軟質PVCフィルムのように波長が短くなるにしたがって、透過率の低下が大きくなる傾向は、わずかしか認められなかった。

3) 飽和ポリエステル(PET)フィルム

外見上は硬質PVCフィルムとよく似ているが、第3図のように320 nmまでの紫外線を透過する特徴がみられた。日射透過率は硬質PVCフィルムよりわずかに

光線透過率



第3図 被覆資材の波長別光線透過率 (200~850nm)

に低く推移した。暴露3年以後には全体に少し黄化し、表面の光沢がなくなり、それと同時に強度の劣化が目立ち破れやすくなった。特に、表面がもろくなりこの部分を外側にして折り曲げるとすぐに割れた。波長別光線透過率に関しては、3年後には紫外線部分の透過

率が大幅に低下し、350nmにおける透過率は初期70%だったものが20%になった。一方500nm以上の波長では、2~3%程度の低下にとどまった。3年から4.5年後にかけては、どの波長でも平均した透過率の低下を示した。

4) 硬質ビニール(PVC)波板

波長別光線透過率をみると、第3図に示したように、390 nm以下の紫外線がカットされており、また500～650 nmの透過率も低かった。日射透過率の経年変化は、ガラス以外では最も小さく、7年後の日射透過率の減少率は9%にとどまった。しかし、板の周辺部分、特に他の板との重ね目の劣化が大きく、5年後には黒変し、変形した。また、他の部分ももろくなり割れやすくなった。

5) ガラス繊維強化ポリエステル(FRP)波板

Aは波板中で最も光線透過率の低下が大きく、3年後には黄変がみられ、5年後には全体が褐色となった。さらに板によって差はあるが、表面のガラス繊維が露出し、使用に適さない状態となった。しかし、この時点でも裏面の劣化はわずかで、光沢も初期に近い状態に保たれていた。波長別光線透過率は、第3図に示したように、特に波長の短い部分を中心に、低下が大きかった。B・C・Dはいずれも従来のFRPの表面を、耐候性が非常に優れているといわれる、ポリフッ化ビニールフィルムで保護したもので、日射透過率の低下はAよりも小さかった。Bは8年後でもガラス、PVC波板に次いで日射透過率の低下が少なく、しかも板の重ね目においても、PVC波板のような劣化は認められなかった。この時点で、表面の劣化はきわめて少なく、むしろ裏面の方が波の山部でわずかにガラス繊維が露出するなどの変化が認められた。Cは保護フィルムの接着が他に比べ悪く、2年後から周辺部ではく離がみられた。Dは暴露後3年までは、保護フィルムのはく離は認められず、Bと同程度の変化を示した。以上4種のFRP波板はいずれも割れやすくなるなどの強度の変化は認められなかった。波長別光線透過率については、Bでは第3図に示したように、5年後、7年後ともに全体としての減少率は5%程度で、波長の短い部分の低下も比較的小さかった。

6) ガラス繊維強化アクリル(FRA)波板

Aだけが散光性で他は透明資材である。Aは2年後くらいから表面に細かいひびが入り始め、その後年を経過するに従って、ガラス繊維が密となっている部分が2×4 mm程度の斑点状に白化するなどの変化も加わり、全体に白っぽさが目立った。また、表面に近い部分のガラス繊維も一部露出した。しかし、黄化などの変化は全く認められなかった。この資材の日射透過率の減少率はPVC波板やフッ素樹脂加工されたFRP波板よりは大きく、7年後で20%を超えた。BとCは

1年以上経過すると板内部のガラス繊維が目立つようになり、4年後には透明資材としての面影を失なった。Dも2年後から白化がみられたが、その状態はBやCと異なり、表面に近いガラス繊維だけが白く目立った。その程度は板の部分によってむらがあり、表面の樹脂層の厚いと思われるところは、白化はほとんどみられず、初期に近い状態を保っていた。波長別光線透過率はいずれのFRA波板も280 nmまでの紫外線を透過しており、暴露後は全体に平均して透過率が低下した。強度に関しては、FRA波板同様、問題となるような劣化は認められなかった。

7) アクリル(MMA)波板

この資材はガラス繊維を含んでおらず、供試資材の中でも最も透明度が高く、美しい外観を備えている。A・Bともに、2年経過した時点では汚れの付着がみられるが他の変化は認められなかった。波長別光線透過率は第3図のように2種の資材で紫外部の特性が異なっている。いずれも、2年後の状態は初期と全く変っていない。

8) ポリカーボネート(PC)波板

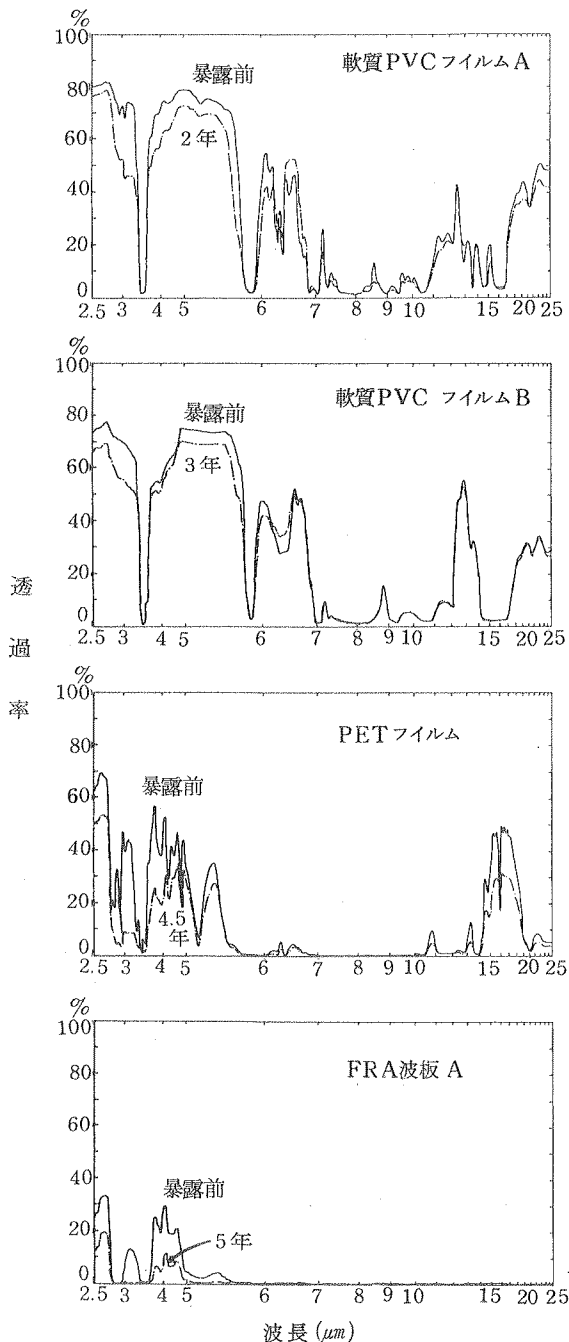
MMA波板同様ガラス繊維を含んでおらず、透明度はMMA波板ほどではないが、割れにくく優れた強度で知られた資材である。第3図に示したように、390 nm以下の紫外線をカットしてあり、さらに表面にアクリルコートをするなど、耐候性を高めている。暴露2年後では表面谷部に暗緑色の汚れが観察され、MMA波板に比べ日射透過率の低下は少し大きかった。しかし、汚れの付着以外の変化はまだ認められない。

9) ガラス

暴露試験に用いたAは暴露開始当時フェンロー温室に用いられていた4 mm厚のやや緑がかったもので、初期の日射透過率は80%と他の資材に比べかなり低い値であった。このガラスの波長別光線透過率は第3図に示したように、400～550 nmで90%程度と高いが、800～850 nmでは70%台と低かった。一方、他のフェンロー型温室用のBや一般温室用のCでは800～850 nmでも透過率が80%を超えており、日射透過率もBでは86%とAより高かった。暴露による影響は8年後でも汚れの付着以外は全く認められなかった。汚れによる日射透過率の減少率は、1年後で2%、2年以後は3～5%の範囲で安定した。波長別光線透過率は暴露5年後のものが完全に一致した。

2. 遠赤外部における透過率の経年変化

軟質PVCフィルムA・C、硬質PVCフィルムB、PVC波板、PETフィルム、FRA波板Aの6種の資材について暴露前後の遠赤外部の波長別透過率を調査した。その結果を第4図に示した。いずれも全体としては暴露後の方が透過率は低くなっている。しかし、部分的にみると、6.7 μ m付近では透過率が上昇する現象が2種の軟質PVCフィルムおよびPVC波板でみられた。さらに、3 μ m付近では6種の資材とも他の波長域に比べ透過率が大幅に低下した。



第4図 被覆資材の遠赤外部透過率

象が2種の軟質PVCフィルムおよびPVC波板でみられた。さらに、3 μ m付近では6種の資材とも他の波長域に比べ透過率が大幅に低下した。

3. 表面の付着物と資材別の特徴

表面の付着物は色や形状によって4つに大別することができ、それぞれ、花粉、緑藻類、糸状菌、銻物質と推定した。花粉と推定したものは、褐色で複雑な形の単細胞様物質で、資材全体に分布し肉眼では黒い点に見えた。緑藻類と推定したものは、緑色の単細胞で、特に波板の谷部にこびりつくように分布した。糸状菌と推定したものは褐色の菌糸および分生胞子と思われるもので波板の谷部に分布した。銻物質と推定したものは、それ以外の不定形な物質で、資材全体にうっすらとほこり状に分布した。資材によって、これら付着物の比率が大きく異なり以下にのべる4つに分類することができた。

- 1) 花粉が大部分を占めるもの：PVC波板、MMA波板、ガラスでいずれも汚れの程度は小さい。
- 2) 緑藻類の多いもの：FRA波板B・C、硬質PVCフィルム、PC波板、FRP波板で、これらはいずれも汚れの量が多い傾向にある。
- 3) 主に花粉と銻物質によるもの：PETフィルム、FRA波板A・Dで、汚れは少ない。
- 4) 銻物質が大部分を占めるもの：軟質PVCフィルム2種で、いずれも展張1年たらずの汚れやすい資材である。

第3表 被覆資材の付着物の種類と面積比

被覆資材	暴露年数	付着物の種類と面積比			
		花粉	緑藻類	糸状菌	銻物質
ガラスA	8	++	-	-	-
PVC波板	8	++	-	-	-
MMA波板A	2	++	-	-	+
" B	2	++	-	-	+
FRP波板A	8	-	+	+	+
" B	8	-	+	+	+
" C	5	-	++	-	-
" D	3	-	++	-	+
FRA波板B	6	-	+	+	+
" C	5	-	+	+	+
硬質PVCフィルムB	5	+	+	-	+
PETフィルム	5	+	-	-	+
FRA波板A	8	+	-	-	+
" D	3	+	-	-	+
軟質PVCフィルムA*	1	-	-	-	++
" C*	1	+	-	-	++

* 1981年に新たに暴露開始したものである。

- : 1割以下
 + : 1~5割
 ++ : 5割以上

考 察

1. 暴露条件について

実際のハウスに展開された場合と比較して、次のことが考えられる。南向き30度の傾斜は日射の年間受光量が最高の条件であり、JIS⁶⁾においても30~35度と規定している。東西棟ハウスの南向き屋根面はこの条件に最も近く、他の場合、特に北向き屋根面や側面などは受光量は少なくなり、劣化の度合は緩和されるだろう。汚れに関しては、資材が草地の中で比較的低い位置に展開されていたために、花粉や緑藻類が付着しやすい条件であったかもしれない。

展開用のフレームは被覆資材によって密閉されている方が実際のハウスに近い条件が得られるとの考えもあるが、その場合、風向きや位置によりフレーム内に温度勾配が生じることと、昼間の内部気温がハウスに比べ異常な高温となるため、この試験では開放とした。さらに、資材への結露も影響があると考えられるが、観察では今回の暴露条件でも、晴天日には一年を通じて日の出後3時間くらいまでは結露がみられ、一応の条件は満たしていた。その他、ハウス内部では農薬散布や管理作業など、さまざまな条件があるが、この場合でも、資材のハウス内面での劣化は外面に比べるときわめて小さいことから、それほど問題にしなくても良いであろう。

2. 測定装置について

1) 日射透過率

シリコン光検出素子は応答速度が非常に早く、かつ軽量であるため、走行式の光検出器に適している。高田ら⁹⁾は屋外日射量の計測に用い、熱電対式日射計に近い特性を確認している。しかし、この素子は800~850nmの近赤外部で感度が最大となるため、ガラスやPVC波板のように、近赤外部と可視域の光線透過率に差がある場合には、熱電対式日射計と測定値に少しずれが生ずることが考えられる。

2) 波長別光線透過率

結果で明らかなように、暴露後多くの資材では波長の短い部分の透過率の低下が特に大きく、この場合、資材の質的变化を日射の透過率だけでは正確に評価できない。したがって、波長別の光線透過率の測定結果も併せて考察する必要がある。

測定上の問題は測定部分のごく小さいことで、特にガラス繊維の入ったものなどは全体の平均的な値を得

ることがむづかしい。さらに散光性資材では測定値に誤差が生ずることが考えられる。稲田⁴⁾が用いた測器では、資材の散光性によって、波長の短い部分の透過率が実際より低く示されるとされている。しかし、今回行った試験においては散光性の強い⁵⁾FRA波板の波長別光線透過率や、軟質PVCフィルムの透明と梨地との比較において明らかなように、そのような現象は認められなかった。今回の試験で暴露後、波長の短い部分の透過率の低下が大きい資材は、いずれも黄~褐色化したものであり、これは測定測定器による誤差ではなく、変色の状態が示されたといえる。一方、波長の比較的長い部分では、散光性の大きいFRA波板Aでは550~850nmで透過率が95%を超えたが、これは測定誤差と考えられ、梨地の軟質PVCフィルムでも同様の現象がみられた。

3. 経年変化について

1) 光線透過率の低下

光線透過率の低下の原因は、汚れ、変色および白化の3つに大別できる。

(1) 汚れ

軟質PVCフィルムは内部に含まれている可塑剤がほこりを吸着するといわれている。今回の試験結果でも、普通タイプのAは汚れが最も多く、可塑剤の影響がはっきりと現れた。防じんタイプのCでは表面にアクリル系の樹脂をコートしてあり³⁾、ほこりの吸着を防いでいるが、8か月から1年にかけて急に汚れが多くなったことから、その効果は8か月くらいで減少してしまうと考えられる。軟質フィルムの多くは1年くらいの期間で使用され、この場合、汚れの原因はほとんどが鉱物質のほこりであり、道路近くなど土ほこりの多い場所では、さらに汚れはひどくなるかもしれない。

4種のFRP波板および硬質PVCフィルムは汚れが多く、いずれも緑藻類による影響が大きい。また、波板では水分の残りやすい谷部に緑藻類が多いことから、これらの資材は表面における保水性が良く、緑藻類が繁殖しやすい性質を持っているのではないかと推察される。FRA波板のうちBとCの2種も、程度は少ないが緑藻類が目立ち、他のFRA波板やFRAと同じ素材でできたMMA波板と添加物や表面状態に差があるのかもしれない。PETフィルム、PVC波板、MMA波板、FRAのうちAとDの2種は汚れが少なく、暴露後の日射透過率と、汚れをふき取って調査した波長別光線透過率との差から、これらの資材に付着

した汚れによる光線透過率の減少は5%前後と考えられる。そして、これらの資材に共通した特徴として、緑藻類が非常に少なかったことから、耐久性の資材においては、緑藻類の繁殖しにくい表面の性質が必要と言えらるう。

(2) 変色と白化

FRP波板とPETフィルムは黄化が目立ちPVC系資材も変色が見られた。これらは樹脂そのものが紫外線で変質しやすいため、表面での保護が重要であろう。

FRA波板は変色は見られないが、樹脂に細かいひびが入り、ガラス繊維も白く目立つようになった。これはガラス繊維とアクリル樹脂との膨張率の差によって生じた内部歪によるところが大きいと考えられ、今後の改良のポイントといえる。

2) 強度の変化

PVC系資材とPETはいずれも材質がもろくなり、光線の透過率よりも、固定部における陽焼けや、全体的な強度の低下が耐用年数を左右する。したがって、材質の改良とともに、固定法の改良も重要である。一方FRP波板のAは表面の樹脂が分解し、ガラス繊維が露出し、FRA波板でも先にのべたような白化現象が見られたが、これらは板の強度にはあまり影響していないようである。MMAは耐候性の優れた資材として、建築関係で実績が高いが、原²⁾の報告のように10年近く使用するとひび割れが生ずる場合もみられる。また、熱膨張率が高く、可塑性が小さいので、施工法が悪いと比較的短期間で破損した例もあり、ハウスの止め方に工夫が必要である。

4. 被覆資材の耐用年数

耐用年数は光線透過率と強度の2つの要素から割り出すべきものであるが、いずれもその基準を定めるこ

第4表 被覆資材の耐用年数の予測

耐用年数	耐用限界を決める要因	
	光線透過率の低下	強度の低下
2年	軟質PVCフィルム	軟質PVCフィルム
3~4年		ポリエステルフィルム*
4~6年	FRP波板	硬質PVCフィルム PVC波板
7~9年	FRA波板	
10~?年	フッ素樹脂加工 FRP波板	MMA波板**

* 紫外線カットタイプはさらに長くなると考えられる。
** 原²⁾の報告およびFRA波板の結果を参考とした。

とはむつかしい。光線透過率に関しては、ハウス内に栽培される作物の光要求度によってかなり幅がでてくだろう。また、強度も資材の固定法に左右され、地震による震動や降ひょうによる衝撃の影響もあるだろう。

ここでは、今回の試験結果と原²⁾による報告および過去の事例から大まかな予測を行い第4表に示した。これらの耐用年数は資材の展張法や管理によってさらに長くすることも可能だろう。例えば、被覆資材の固定部分のサッシによる被覆によって、この部分の劣化の大きい資材の耐用年数を長くすることができるだろうし、後藤¹⁾が行ったようなハウス外部からの被覆資材の洗浄も有効な方法だと考えられる。

なお、その後各種の新資材が開発されており、それらについても現在調査を継続中である。

摘 要

ハウス用被覆資材19種について、屋外暴露試験を行いその経年変化を調査した。

1. 軟質PVCフィルム 普通タイプは1年で18%の日射透過率の減少を示し、この変化の大部分はほこりの付着によっていた。防じんタイプの8か月後の変化は普通タイプの1/3程度であったが、その後普通タイプに近づいた。

2. 硬質PVCフィルム 光線透過率の低下が少なく固定法によっては5年程度の使用も可能であった。

3. PETフィルム 3年くらいで黄化が目立ち、強度が低下した。

4. PVC波板 光線透過率の低下は少ないが5年後には板の重ね目が陽焼けし、板全体に強度が低下した。

5. FRP波板 普通タイプでは5年目には全体が褐色となり、表面のガラス繊維が露出し、日射透過率は30%以上低下した。フッ素樹脂加工タイプでは、8年後でも表面の劣化はわずかであった。

6. FRA波板 表面に細かいひびが除々に生じ、5年後にはかなりガラス繊維が白く目立ってきたが、8年後においても変色は認められなかった。

7. MMA波板、PC波板 暴露後2年までは汚れの付着以外の変化は認められなかった。

8. ガラス 汚れの付着以外に変化はなく、2年目以降の汚れによる日射透過率の減少は3~5%であった。

9. 波長別光線透過率の変化 多くの資材では紫外部やそれに近い波長域での透過率の低下が、波長の長い部分よりも大きかった。

10. 汚れの付着 軟質PVCフィルムでは鉱物質、それ以外の資材では緑藻類が特に問題となった。

引用文献

1. 後藤美明・山本建司 1980. ビニールハウス洗浄機の試作研究。農機誌42(3)：427 - 433.
2. 原 周作 1978. 園芸用被覆資材の研究(1)-各種資材の特性と耐候性について-。大阪農技セ研報15：33 - 42.
3. 平林 富 1981. 被覆・保温資材。施設園芸ハンドブック。49 - 70.
4. 稲田勝美 1971. 農業用透明プラスチックフィルムの分光透過性。生物環境調節8(2)：111 - 118
5. 黒住 徹・川島信彦 1979. 温室の光線透過に関する模型実験(2). 被覆材と構造材について。奈良農試研報10：1 - 9.
6. 日本規格協会 1968. プラスチック建築材料の屋外暴露試験方法 JIS A 1410.
7. 農林水産省食品流通局野菜振興課 1980. 園芸用ガラス室、ハウス等の設置状況(昭和53年7月-昭和54年6月間実績)
8. —————. 1981. ————— (昭和55年7月-昭和56年6月間実績)。
9. 高田吉治・玉木研治 1975. N/Pシリコン太陽電池日射計。農業気象30(4)：167 - 171.

Summary

It was investigated through outdoor exposure how there happened changes in properties of covering-materials for greenhouse of 19 kinds.

1. Soft PVC film : in the ordinary type the light transmission reduced by 18% in one year, and the reduction was due mainly to the attachment of dust. In the dust-proof type the decrease of transmissivity after 8 months was one-third as small as that of the ordinary type. Afterwards, however, transmissivities of both type came near to each other.

2. Rigid PVC film : the variation of light transmission was small and the film seems to be available for about 5 years by a good fixing method.

3. PET (polyethylene terephthalate) film : after 3 years the color turned remarkably yellow and the strength went down.

4. PVC panel : the reduction of light transmission was small but 5 years after the part overlapped on the next panels got sunburnt and strength decreased all over the panel.

5. FRP (glassfiber reinforced polyester) panel : in the ordinary type the color turned yellow after 5 years after and the glassfiber near the surface exposed itself. In this period the reduction of the transmissivity went over 30%. In the polyvinylfluoside surfaced type the change in properties of the surface was small even 8 years after.

6. FRA (glassfiber reinforced acrylic) panel : on the surface the small crack happened gradually after 2 years. The glassfiber revealed itself, but the color remained the same.

7. MMA (methyle methacrylate) panel and PC (polycarbonate) panel : now the outdoor exposure of both panels has been continued for only 2 years. In this period the change in properties was not noticeable apart from the attachment of stain.

8. Glass : the change in properties did not occur. The ratio of the light loss caused by attachment of stain ever after 2 years was 3 - 5%.

9. Change of light transmission spectra : the larger decline occurred in ultraviolet region and in the short wavelength region near it.

10. Attachment of stain : as for PVC film the major element of stain is minerals. The other, in the case of much stain, it was caused mainly by chlorophyta.