

# 簡易蠶室의 暖房負荷特性 및 保溫커튼 設置효과에 관한 研究(II)

—保溫커튼의 熱 節減 效果 및 適應性 檢討—

## Study on Heating Load Characteristics and Thermal Curtain Effects for Simple Silkworm Rearing Houses (II)

—Effects of the Thermal Curtain on Energy Preservation and Review of its Application—

최 광 재\*, 정 두 호\*, 박 경 규\*\*

K. J. Choe, D. H. Jung, K. K. Park

### Summary

One of the most serious problems in Korean sericulture farms is to improve the adiabatic conditions for the simple silkworm rearing houses which has been widely adapted since early 1980'.

Thus, this study is aimed to solve the problems by selecting the thermal screen material and by finding the method of its instalation.

For the study, 4 kinds of materials which are (1) TE005, (2) NW60, (3) NW300 and (4) AL110 are selected and 4 different types of methods wch are surrounding boundary of rearing bed (type A), surrounding inside of wall and ceiling (type B), installing on inside of wal ony (type C) and installing on ceiling lnly (type D) are installed.

Decision criteria of the best combination of screen material and installation methods is made by calculating the heating load coefficients and by testing the application at the simple silkworm rearing houses.

The obtained results are summarized as follows :

1. The effect of thermal screen on reducing the thermal energy is remarkable. It saves energy more 50% than unscreened simple silkworm rearing houses.
2. From a stand point of a good screed material on thermal energy reduction, the NW300, AL110 and PE005 are recommanded materials. However, NW60 and PE005 are regarded as desirable materials from the practical point view.
3. Also, the effect on thermal energy reduction is largely affected by the method of thermal screen installation. The surrounding boundary of the silkworm rearing bed (type A) is the most desirable method to reduce the energy, which saves 56.6% of it.
4. In the practical application, NW60 and type A is considered to be the best combination of material and installation method. By this combination, the level of maximum heating load can be reduced at the rate of 43% for spring season and 40% for autumn season.
5. Another heating method, comparted heating, can be recommended to save the energy.

\* 농업기계화연구소

\*\* 경북대학교 농과대학 농업기계공학과

## I. 緒 論

우리나라 농가의 누에사육 체계는 뽕잎만을 取하여 흙벽돌 구조의 蠶室에서 多段式 채반育으로 누에를 치던 傳統의 慣行으로부터 80년대의 초반부터는 飼育勞動力이 적게 소요되는 가지 뽕치기 체계로 전환하였다. 그런데 이 가지뽕치기 방법은 平面的인 飼育方式 이어서 蠶室면적이 관행에 비하여 더 커져야 하기 때문에 蠶室의 4~5평 규모에서 20~30평 규모로 바뀌었다. 또한 이러한 간이잠실은 시설비가 적게 드는 유리한 점이 있어 정부에서는 20평형 간이잠실의 보급에 중점을 두고 있다.

그러나 이러한 간이잠실은 주로 보온성이 좋지 않은 PVC 또는 PE재질 천막지로 피복되었기 때문에 본 연구의 前篇 “簡易蠶室의 暖房負荷係數 및 最大暖房負荷”에서 이미 보고한 바와 같이 보온에 많은 문제점이 있어 이에 대한 보완 개선대책이 요망되고 있다.

簡易蠶室의 보온성을 높이기 위하여는 여러가지 방안이 고려될 수 있으나 蠶室축조를 위한 시설투자비가 기본잠실의 1할 수준에 불과한 簡易蠶室의 특성을 살려 최소비용으로 養蠶經營의 목표를 달성하는 것이 현실적인 중요한 과제임은 두말할 나위가 없다.

이 연구는 簡易蠶室 내부에 保溫커튼을 설치하였을 경우 설치방법별 보온효과를 분석하고 누에사육잠실에 커튼을 설치하였을 때의 실용성을 검토하여 우리나라 간이잠실에 적합한 보온커튼의 재료 및 설치방법을 제시하고자 하였다.

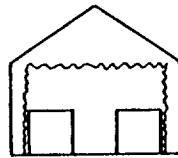
## II. 材料 및 試驗方法

보온커튼의 설치효과를 알기 위하여 舊型 標準蠶室 내부에 4가지 커튼 재료를 4가지 방법의 被覆模型으로, 즉 4×4 조건에 대한 平均暖房負荷係數를 측정 분석하였으며, 측정회수는 기상조건을 감안하여 처리별로 6反復 이상으로 하였다.

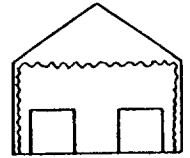
커튼의 사용재료는 ① 0.05mm PE필름(PE005), ② Polyester 長纖維不織布(spunbond)로

서 비닐하우스의 커튼재료로 이용되고 있는 두께가 얇은 不織布(NW60 : 60g/m<sup>2</sup>), ③ 保溫被覆材로 활용되는 두터운 不織布(NW300 : 300g/m<sup>2</sup>), ④ 그리고 얇은 不織布에 Aluminium Sheet 薄紙를 접착시킨 알루미늄 蒸着不織布(AL100 : 110g/m<sup>2</sup>)의 4종으로 시험하였다.

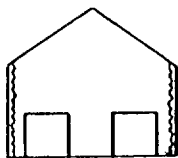
被覆方法으로는 그림 1과 같이 지붕과 2段飼育台를 높이 2m까지 감싸는 누에자리被覆(Type A), 壁둘레 내부와 지붕을 감싸는 壁內部被覆(Type B), 壁둘레, 내부만을 감싼 옆면被覆(Type C), 지붕만을 保護한 上部被覆(Type D)의 4가지 방법을 택하였다. 한편 蠶室內의 加溫, 溫度調節 및 資料測定 方法은 前篇에서 밝힌 “材料 및 試驗方法”의 내용과 동일하다. 또한 暖房負荷係數는 前篇의 식(3) 및 식(4)에 의하여 산출하였다.



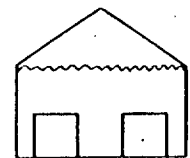
Surrounded boundary of rearing bed (Type A)



Surrounded inside of wall and ceiling (Type B)



Installed on inside of wall only (Type C)



Installed on ceiling only (Type D)

Fig. 1. Installation method for thermal screen

III. 結果 및 考察

1. 保溫커튼의 熱節減效果

蠶室의 형태별로 ① 커튼이 없는 慣行상태, ② 얇은 不織布(60g/m<sup>2</sup>), ③ 側面에 PE필름(0.05 mm)과 上部에 不織布(60g/m<sup>2</sup>)를 混用설치한 커튼을 각각 누에자리部位에 被覆(Type A)하여

實測 算定한 平均 暖房負荷係數를 표1에 나타내었다. 蠶室의 形態別로는 有壁型이 가장 낮은 값을 보였고, 커튼 재료別로는 PE와 不織布를 混用하여 被覆한 경우가 가장 낮았다.

또한 保溫커튼을 설치한 경우는 蠶室의 종류나 커튼 재료의 구분없이 慣行 無커튼 蠶室에 비해 50%이내의 수준으로 낮은 값을 보여 保溫 커튼의 熱節減效果는 매우 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Heating load coefficient of simple silkworm rearing house.

Types of silkworm rearing house	Thermal screen	Heating load coefficient (KJ/m <sup>2</sup> -hr-°C)
New type standard (Cover area : 150m <sup>2</sup> )	Unscreened	24.1
	Nonwoven fabric(NW60)	10.4
	Combination screen* (PE005 with NW60)	9.1
Old type standard (Cover area : 127.4m <sup>2</sup> )	Unscreened	19.8
	Nonwoven fabric(NW60)	8.6
	Combination screen* (PE005 with NW60)	8.3
Combination type concrete block wall (Cover area : 124.8m <sup>2</sup> )	Unscreened	10.8
	Nonwoven fabric(NW60)	8.1
	Combination screen* (PE005 with NW60)	7.9

\* Combination use of thermal screen, i.e., installed material of PE film for side walls and Nonwoven fabric for ceiling.

2. 保溫커튼의 재료별, 設置 방법별 暖房負荷係數

保溫커튼의 設置효과를 알기 위해 커튼 재료별 設置 方法별로 暖房負荷를 實測하였으며, 측정된 暖房負荷係數와 無커튼에 비하여 감소된 熱에너지 節減率을 표 2에 나타내었다. 커튼의 熱에너지 節減效果는 커튼 설치재료의 效果보다는 設置방법에 의한 차이가 더 크게 나타났으며, 設置방법別로는 누에자리被覆이 가장 安定的이

며 유리하였고, 커튼 재료 면에서는 두터운 不織布(NW300)와 Aluminium 不織布(AL110)가 保溫性이 좋았다. 그러나 Aluminium 不織布는 柔軟치 못하였고, 두터운 不織布(NW300)는 무거워서 蠶室用 커튼재료로서 결합이 있으며, 또한 晝間에 방치할 경우 蠶室內의 適正照度인 30 Lux보다 어둡게 되고 價格이 비싸서 實用성면에서는 얇은 不織布(NW60)보다 떨어지는 것으로 판단되었다. 이러한 점을 고려해 볼 때 蠶室용 커튼재료로서 얇은 不織布 또는 얇은 不織布와

Table 2. Heating load coefficient influenced by different materials and different types of thermal screen installed for the old type silkworm rearing house.

Materials <sup>3)</sup> of thermal screen	Types of thermal screen installed <sup>1)</sup>				Significant level
	Type A	Type B	Type C	Type D	
NW60	8.62(56.6)	11.51(42.0)	12.90(35.1)	14.36(27.6) <sup>2)</sup>	**
PE005	7.95(59.9)	11.01(44.4)	13.31(33.0)	14.07(29.1)	**
AL110	7.79(60.7)	8.92(55.0)	11.30(43.1)	12.18(38.6)	**
NW300	7.24(63.4)	9.59(51.6)	10.63(43.6)	11.35(42.8)	**
Significant level	**	**	N.S	*	

Note : <sup>1)</sup> Refer to Fig. 1.

<sup>2)</sup> Parentheses denoted the rate of reduced thermal energy compared with unscreened. Unceened K is 19.84 KJ/m<sup>2</sup>-hr-°C

<sup>3)</sup> Refer to paragraph 2, the materials and methods for test

PE 필름(PE005)의 混合使用이 유리할 것으로 사료된다.

### 3. PE(PE005)커튼과 不織布(NW60) 커튼의 농가 適應性 檢討

커튼의 보온효과 시험결과로 볼 때 재료로서는 不織布(NW60)와 PE 필름이, 그리고 설치방법으로는 누에자리 피복방법(Type 4)이 實用性이 있을 것으로 판단되어 이 두가지 재료를 농가의 新型 標準蠶室에 누에자리 被覆方法으로(Type A)으로 설치하고 28,800KJ/hr 용량의 電

熱溫風裝置로 가온하여 실제 농가 적용성을 검토하였다.

시험결과를 보면 그림 2 摸識圖에서 보는 바와 같이 커튼 내부를 加溫하였을 경우 無커튼 蠶室에 비해 잠실 내외부의 공기 流動量이 적어져 換氣에 의한 熱損失이 감소될 수 있는데, 不織布 커튼의 경우 커튼 내부의 고온다습한 공기가 커튼의 空隙을 통하여 커튼과 外部被覆材 사이의 공간으로 이동하여 外部被覆材 内部表面에서 凝縮過程中 潛熱을 내놓게 되므로 蠶室保溫에 利用된다.

PE(PE005) 커튼의 경우는 不織布와는 달리

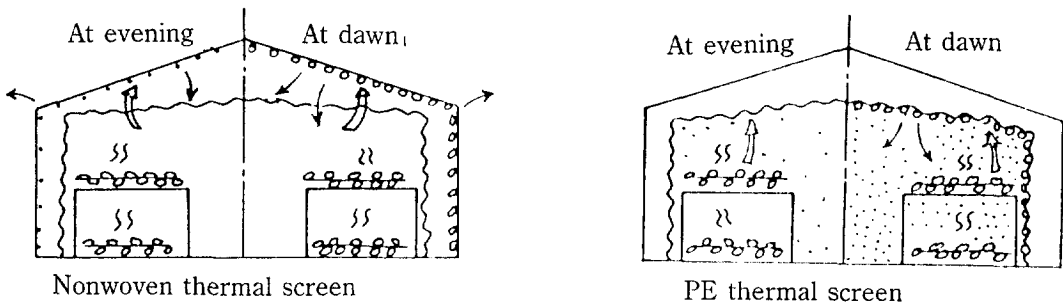


Fig. 2 Movement of latent heat ( ) and sensible heat ( ) in the thermal screened silkworm rearing house

不透氣性 자재이므로 換氣에 의한 顯·潛熱損失은 不織布 커튼보다 더욱 작아지게 된다. 실제로 無暖房時에도 5齡後期에는 누에자리 내부의 有機物의 發酵熱 發生으로 새벽 6時頃 최저외기온 11.5°C인 때에 잠실 내부 온도는 20°C로 유지되는 것으로 보아 사실상 난방 요구도가 매우 낮은 것으로 생각된다. 반면에 커튼을 설치하는 초저녁부터 바로 相對濕度는 100%에 도달하며 이른 날 새벽에는 過飽和상태가 되고 커튼 內面에 水適발생이 심하여 蠶室用 커튼 材料로 전면 사용에는 난점이 있었다.

그림 3은 不織布(NW60) 커튼설치잠실과 無커튼 蠶室에 대한 5齡末期의 잠실내외 온습도 변화 예를 보였다. 不織布커튼 설치 잠실의 상대 습도를 無커튼 蠶室과 비교하여도 별 차이가 없었으며, 4~5齡期中 蠶室에 投入된 暖房熱量面에서도 無커튼 잠실의 약 1/3정도로써 熱에너지 節減 效果가 있었다. 부수적인 효과로 晝間에 지붕으로부터 전달되는 輻射熱 遮斷效果와 換氣, 通風을 위해 남쪽의 外部被覆材를 걷어 올리는 경우에도 커튼의 遮光효과로 인해 누에가 물리지 않아 사육관리에 편리하다는 실증을 얻었다.

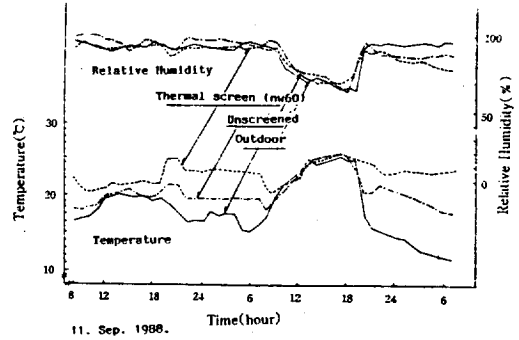


Fig. 3. An example of temperature and relative humidity in warm air heated simple silkworm rearing house.

#### 4. 保溫커튼 설치 및 部分暖房 方法에 의한 最大暖房負荷의 감소효과

保溫커튼의 설치에 의해 暖房燃料 비용의 감소 뿐 아니라 최대 난방부하수준이 매우 낮아지게 되므로 난방기 도입규모가 작아지게 된다. 표 3에 관해 無커튼과 保溫커튼설치 蠶室에 대한 蠶室의 종류별 계절별 최대 난방부하열량을 나타내었다.

Table 3. Maximum heating requirement and the period in simple silk worm rearing house from the 4th instar to the harvesting cocoon.

Items		Rearing season	Overall heating	Compartment heating
			(10 <sup>3</sup> KJ/hr)	
Unscreened	New type standard	Spring	4a) 36.9	4b) 17.9
		Fall	4b) 22.3	5b) 20.6
	Old type standard	Spring	4a) 25.8	4b) 12.3
		Fall	4b) 15.1	5b) 13.1
	Combination type concrete block wall	Spring	4a) 13.7	4b) 6.1
		Fall	4a) 7.6	5b) 3.8
Thermal screened	New type standard	Spring	4a) 15.9	4n) 7.3
		Fall	4a) 8.9	5b) 6.0
	Old type standard	Spring	4a) 11.2	4b) 5.0
		Fall	4a) 6.3	5b) 3.2
	Combination type concrete block wall	Spring	4a) 10.3	4b) 4.6
		Fall	4a) 5.8	4b) 2.7

Note : 4a) Early in 4th instar, 4b) Middle in 4th instar, 5a) Early in 5th instar, 5b) Middle in 5th instar 6) After mounted to cocoon bed

신형 표준 간이잠실의 경우 봄누에 때의 최대 난방 부하수준을 보온 커튼설치에 의해 43%로 감소될 수 있었음을 알 수 있으며, 가을 누에 때에는 최대 난방부하수준을 약40%로 감소시킬 수 있어 養蠶경영비를 크게 줄일 수가 있다.

한편 누에사육도중 蠶體가 커짐에 따라 충분한 食桑을 위하여 몇차례에 걸쳐 자리넓히기를 하게 되는데 사육초기로부터 점차 증가시켜 준다. 따라서 큰 누에의 성장 초기부터 자리넓히기 시기에 따른 標準飼育면적 만큼만 커튼으로 보호하는 方法으로 飼育할 경우에 봄누에 때에 특히 4齡 초기의 난방부하가 매우 낮아져 비용절감이 가능하다 (표 3).

이 部分暖房 方法은 一段育인 경우에는 직접 適用이 가능하나, 二段育 또는 三段育으로 시설화된 蠶室의 경우에는 飼育蠶架에 대한 시설보완이 뒤따라야 할 것으로 판단된다.

#### IV. 結論 및 要約

우리나라 養蠶農家에 일반적으로 보급되고 있는 간이잠실의 시급히 해결해야 할 과제의 하나인 保溫性 향상을 위하여 보온효과가 크고 실용성 있는 보온커튼의 재료를 선별하고 효과적인 커튼설치방법을 구명하고자 이 연구를 수행하였다.

공시재료로서 ① PE005, ② NW60, ③ NW300, ④ AL110의 4종류 재료를 대상으로 하였으며, 설치방법으로는 ① 누에자리 외부 피복, ② 벽 내부피복, ③ 옆면 피복, ④ 상부 피복의 4가지 방법으로 각각의 조합(4×4)에 대한 平均 暖房 負荷係數를 측정하였으며 이 자료를 기초로 보온효과를 판정하였다.

또한 여기에서 선별한 커튼재료 및 설치방법을 농가잠실에 적용하여 실용성을 분석 검토 하였으며 다음과 같은 결론을 요약할 수가 있었다.

1. 간이잠실의 보온 커튼 설치효과는 매우 높아 無커튼 잠실에 비해 50% 이상의 熱節減 효과를 얻을 수 있었다.
2. 재료면에서 본 보온커튼의 熱節減 효과는

두터우 不織布(NW300), 알루미늄 不織布(AL 110), PE필름(PE005), 얇은 不織布(NW60) 순으로 나타났으나, 실용성 면에서 볼 때 얇은 부직포와 PE필름 커튼이 유리할 것으로 판단되었다.

3. 커튼의 설치방법으로 본 보온효과는 누에 자리피복 방법이 재료에 따라 56.6~63.4%의 熱 에너지 節減率을 보여 가장 효과적인 것으로 나타났다.

4. 위 시험을 통하여 선별한 얇은 不織布와 PE필름의 재료를 사용하여 누에자리 피복방법으로 커튼을 농가잠실에 설치하여 적응성시험을 수행한 결과 PE필름은 通氣가 곤란하여 습도 조절에 난점이 있으므로 實用性이 낮은 것으로 나타났다.

5. 保溫커튼 설치에 의해 최대난방 부하수준을 봄누에 때 약 43%로, 가을누에 때는 약 40%로 감소시킬 수 있었으며, 누에의 자리넓히기 시기에 따라 실사육면적만 난방을 하는 부분난방 방법을 도입할 경우 최대난방부하는 가을누에 때의 최대난방부하수준으로 감소할 수 있었다.

#### 參 考 文 獻

1. 金潤植 外 3인. 1975. 育蠶學·蠶種學. 鄉文社.
2. 김 읍주. 1987. 잠작안정의 요건(1). 蠶絲. Vol.34, No.4. PP.10-13.
3. 농수산부. 1982. 잠실건축 표준설계도.
4. 농수산부. 1972. 잠업기술편람. 대한잠사회.
5. 최 광재, 이 운룡, 이 동현, 1989. 잠실용 난방기구 실태조사연구. 농사시험 논문집. 농촌진흥청. Vol.31, No.1, PP.34-40.
6. 山本雄二郎. 1970. 하우스의 放熱係數 について 農業氣象. Vol.26, No.3, PP.6-17
7. 後藤 美明. 1981. 溫室における 生産環境 改善用機械裝置의 開發改良에 關する 研究. 農業機械化 研究所報告 16號. PP.43-66.
8. 岡田益己, 林眞紀夫. 1983. 溫室貫流熱量算

定式の提案. 農業氣象. Vol.39, No.2 PP.91

-95.

9. 施設園熟研究部會. 1983. 暖房 デグリアク  
の算定法について. 農業氣象. Vo.38, NO.4,  
PP.429-434.
10. ASAE. 1982. Heating, ventilating and  
cooling greenhouses. Agricultural engi-  
neers yearbook. PP.402-418.
11. Tadashi Takakura, Masumi Okada. 1972.  
實測による 溫室暖房負荷係數の 決定.  
農業氣象. Vol.27, No.3, PP.15-20.



## 學位取得



姓 名：趙 鏞 診  
生 年 月 日：1961年 4月 23日  
勤 務 處：한국식품개발연구원  
取得學位名：農學博士  
學位授與大學：서울大學校 大學院  
學位取得年月日：1991年 2月 26日  
學位論文：고추의 乾燥過程 模型化 및 最適化에 관한 연구