

조합형 다겹보온자재를 이용한 수평에인권취식
커튼개폐장치 개발
Development of Roll & Pull Screen System using
Multi Layer Material

이시영 · 김학주 · 전 희 · 남윤일 · 염성현 · 윤남규
농촌진흥청 원예연구소 시설재배과

Lee, S.Y. · Kim, H.J. · Chun, H. · Nam, Y.I. · Yum, S.H. · Yun, N.K.
Division of Protected Cultivation, National Horticultural Research Institute,
RDA, Suwon, 540-41

서 론

우리나라 전체 시설원에 면적 52,135ha(2001년) 중 난방을 하고 있는 시설원에 면적은 12,710ha로서 약 24%정도를 차지하고 있다. 시설재배면적의 지역분포를 비교해 보면, 시설채소의 경우 중부 이북지역에 44%, 남부에 56%의 비율로 분포해 있으며, 시설화훼의 경우 중부 이북 58%, 남부 42%로서 난방비가 많이 소요되는 지역이라도 수도권 을 중심으로 유통이나 지리적 면에서 유리한 지역에 시설재배면적이 많이 분포해 있다.

또한 난방연료의 90% 이상이 경유나 등유와 같은 유류로 한정되어 있어 농가에서는 면세유 가격에 대해 아주 민감한 반응을 보이고 있어 작물 재배 포기의향을 갖고 있는 농가가 속출하고 있는 실정이다. 지역별로는 면세유 가격에 대해 난방비가 경영비의 30% 이상을 차지하고 있는 중부 이북지역보다 오히려 난방비를 많이 소비하지 않는 남부지역에서 더욱 면세유 가격에 민감하다고 할 수 있다.

면세경유가격이 '96년 201원에서 '99년 330원, 2002년 10월 394원으로 농가의 연료비 부담이 증가함에 따라 농가에서는 저렴한 연탄이나 화목, 석탄 등의 난방기를 추가 구입 또는 대체하기도 하며, 보온에 대한 인식이 더욱 높아져 단열이 우수한 보온자재의 요구도가 증가하고 있다. 일반적으로 단동형 온실은 2중 피복구조를 기본으로 터널보온형태를 주로 이용하고 있어 쉽게 보온자재를 선택 대체하여 이용할 수 있는 편이지만 연동형 온실의 경우는 주로 부직포, 알루미늄 스크린, 차광망 등의 보온 및 차광자재를 수평커튼 형태로 설치하고 있으므로 보온성을 향상시키기 위한 교체작업이 용이하지 않은 편이다. 그동안 정부지원사업으로 많이 보급되어 활용되어 왔던 연동형 온실의 수평커튼 개폐장치는 시기적으로 많은 면적의 시설이 유지·보수 작업을 해야할 시기에 왔으므로 좀더 보온성을 높여 난방비를 절감할 수 있는 새로운 보온커튼 개폐시스템의 도입이 필요할 것이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 부직포, 알루미늄스크린 등의 보온자재와 조합형 다겹 보온자재의 보온성을 비교하고 보온성이 우수한 다겹보온자재를 이용한 수평커튼 개폐 장치를 개발하여 기존의 커튼개폐시스템과의 보온효과를 비교분석하고자 수행하였다.

재료 및 방법

기존에 많이 사용되고 있는 PE, 부직포, 알루미늄스크린과 알루미늄, 화학섬의 조합 자재 및 부직포, 화학섬, 폴리폼의 조합형 다겹보온자재의 보온성을 상대적으로 비교하기 위해 Fig. 1과 같이 두께 50mm 스티로폼 단열소재로 가로×세로×높이 100mm인 단위 체적의 단열박스를 제작하고 인공환경 제어실에 위치시켜 단열박스 외부의 기온을 일정하게 유지시켰다. 박스내부 바닥에 전열선(1kW, 120m)을 고르게 분포시켜 온도센서(PT 100 Ω)로 박스내부 기온을 일정하게 유지할 수 있도록 구성하였으며, 열관류센서(MF-9, EKO)를 이용하여 보온자재를 통해 유입되는 열량을 상대적으로 비교하였다.

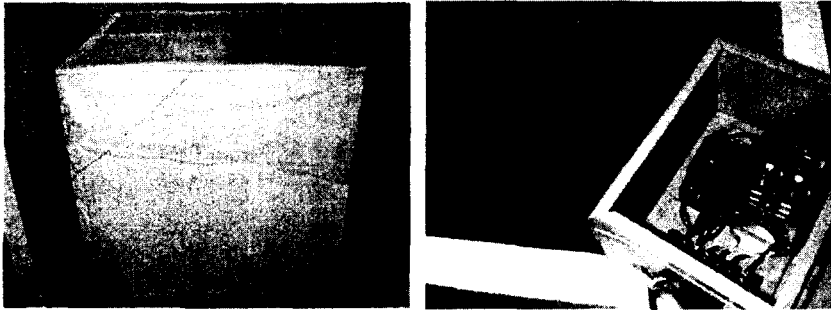


Fig. 1. Picture of adiabatic box and heat control box

위의 실험방법에 의해 조합형 다겹보온자재의 보온성을 조사하였으며, 개폐모터, 개폐축, 예인선, 권취드럼, 클러치 등을 이용하여 수평예인권취식 커튼개폐장치를 설계하고 폭 7m, 동고 4.55m, 길이 45m인 농가보급형 비닐하우스 1-2W형에 설치하여 온도 변화와 연료소모량을 비교하였다.

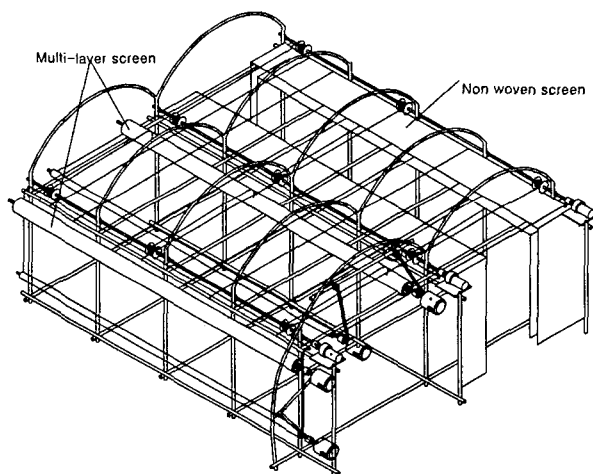


Fig. 2. Scheme of non-woven screen and multi layer screen system

결과 및 고찰

기존 온실의 수평커튼소재로 가장 많이 사용되는 부직포와 알루미늄스크린의 단일 보온소재의 열관류량은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 알루미늄스크린이 부직포에 비해 열관류량이 적어 보온성이 높은 것으로 나타났다. 부직포보다 보온성이 우수한 알루미늄스크린과 알루미늄+화학섬+알루미늄, 부직포+화학섬+폴리폼+부직포의 조합형 다겹보온소재의 열관류량 비교로서 알루미늄 단일소재에 비해 알루미늄+화학섬+알루미늄 조합소재가 34% 열관류량이 적었으며, 상대적으로 보온성이 우수한 알루미늄+화학섬+알루미늄 조합소재보다 부직포+화학섬+폴리폼+부직포 조합소재가 30%정도 열관류량이 적어 조합형 다겹보온소재가 보온성이 뛰어난 것으로 나타났다.

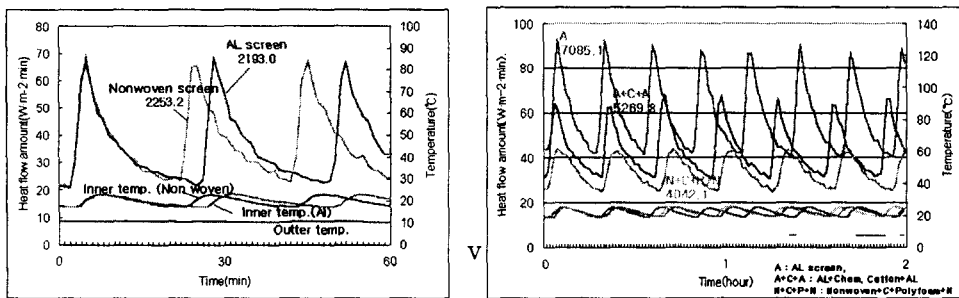


Fig. 1. Comparison of heat flow amount according to screen materials

보온성이 우수한 조합형 다겹보온소재는 부직포, 화학섬, 폴리폼 등의 단일소재를 조합한 형태이 보온소재로서 보온성은 우수하나 두께가 두꺼워 개폐장치를 구성하기 힘들다는 단점이 있으므로, 기존의 부직포나 알루미늄스크린 개폐에 주로 사용되는 예인식 개폐방식과 환기창 개폐장치에 주로 사용되는 권취식 개폐방식을 동시에 사용함으로써 두꺼운 보온소재의 원활한 개폐작동을 하는 수평예인권취식 커튼개폐장치 설계하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 다겹보온자재를 권취하여 열림작동을 하는 모터와 드럼으로 예인선을 권취하여 닫힘작동을 하는 모터를 이용하도록 하였으며, 개폐축은 중앙 위에서 개폐작동을 하고 예인선은 개폐축에 다겹보온소재와 함께 권취되도록 하여 닫힘시 개폐축을 예인하면서 작동이 원활하게 이루어지도록 설계하였다.

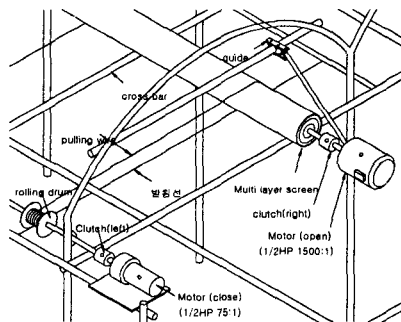


Fig. 3. Scheme of multi layer screen system

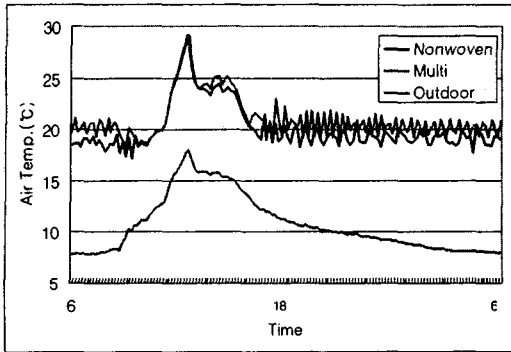


Fig. 4. Air temperature of each greenhouse and out door

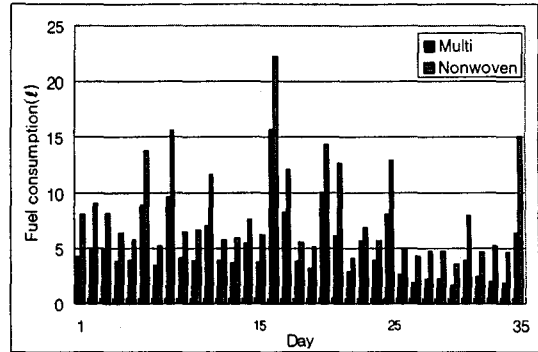


Fig. 5. Comparison of fuel consumption of each greenhouse

Fig. 4에 보는 바와 같이 부직포 2층 커튼이 설치된 온실과 조합형 다겹보온 커튼이 설치된 온실의 외부 기온에 따른 내부 기온변화를 나타낸 것으로 온풍난방기의 동일한 설정온도 하에서 다겹보온 커튼이 설치된 온실이 2~3°C정도 높게 유지되었으며 기름 소모량도 Fig. 5에서 보는 바와 같이 35일간 부직포는 282.3ℓ, 다겹보온자재는 169.3ℓ로 나타나 부직포에 비해 다겹보온자재를 이용한 커튼개폐장치에서 약 40%정도 난방 연료를 절감할 수 있었으므로 조합형 다겹보온자재를 이용한 수평예안권취식 커튼개폐 장치에 의한 난방에너지 절감효과가 인정되었다.

요약 및 결론

1. 부직포, 알루미늄스크린 등 단일보온자재와 알루미늄스크린과 화학솜 조합, 부직포, 화학솜, 폴립폼 조합의 다겹보온자재의 열관류량을 비교함으로써 상대적인 보온성을 평가하였다.
2. 부직포가 알루미늄스크린에 비해 열관류량이 많아 보온성이 낮았으며, 알루미늄스크린은 알루미늄+화학솜+알루미늄 조합자재에 비해 약 34%정도 열관류량이 많았고 알루미늄+화학솜+알루미늄 조합자재는 부직포+화학솜+폴리폼+부직포 조합자재에 비해 약 30%정도 열관류량이 많아 조합형 다겹보온자재의 보온성이 우수한 것으로 나타났다.
3. 농가보급형 비닐하우스 1-2W형에 부직포 2층 커튼과 조합형 다겹보온 커튼을 설치하여 내부기온 변화를 비교한 결과 난방기의 동일한 설정온도 하에서 다겹보온 커튼이 설치된 온실이 2~3°C정도 높게 유지되었으며, 40%정도의 연료절감효과를 나타내었다.

인용문헌

1. 이석건. 1997. 고효율 환경조절 및 에너지 절약형 온실구조의 최적설계. ARPC보고서.
2. Barrington S McGill. 2001. A strategy for greenhouse climate control. JAER. 79(1): 99-105.
3. Swinkels GLAM. 2001. Improvement of greenhouse insulation with restricted transmission loss through zigzag covering material. JAER. 79(1): 91-97.