

소재에 따른 자외선·복사열 차단력

Protection Efficiency from Solar Radiation and Ultraviolet Radiation by Fabrics

농촌진흥청 농업과학기술원 농촌생활연구소
연구사 김 경 수
서울대학교 의류학과
교수 최 정 화

Rural living Science Institute, NIAST, RDA
Researcher : Kyung Su Kim
Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University
Professor : Jeong Wha Choi

◀ 목 차 ▶

- | | |
|--------------|-------------|
| I. 서론 | IV. 요약 및 결론 |
| II. 연구방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

<Abstract>

This study was conducted to evaluate the efficiency of various fabrics in protecting from solar radiation and ultraviolet radiation(UV). Six kinds of fabrics were selected and examined in singles or doubles. It was studied how the materials and the thickness of air layer between the fabric and the floor affected the protection efficiency of fabrics from sunlight. The results were as follows; 1) Protection from solar radiation : In the case of over 2 cm air layer, doubled fabric composed of aluminum coating-nylon and white or black polyester/cotton(T/C) was the most protective($p<0.001$). In the case of 0 cm air layer, the case without fabric and white T/C were more effective($p<0.001$). And the thicker the air layer the more effective the protection. 2) Protection from UV : Doubled fabric composed of aluminum coating-nylon and black T/C was the most protective($p<0.001$) and the thinner the air layer the more effective the protection($p<0.001$).

주제어(Key Words): 직물(fabric), 복사열 차단(solar radiation protecion), 자외선 차단(UV protection)

I. 서론

직사일광하에서 장시간 이루어지는 농작업 등의 실외 작업은 자외선 및 태양 복사열로 인해 작업자에게 상당한 부담을 줄 뿐만 아니라, 건강 장애 및 각종 질환을 유발하기도 한다. 복사열로 인한 고온 환경은 작업 능률 저하, 불쾌감 증가는 물론, 심부체온의 상승, 심박수·피로도의 증가 등 생리적 부담을 가중시키며, 탈수증, 염분부족에 의한 열피로, 열실신, 열부종, 열경련, 열사병을 일으키거나 생명이 위협한 경우에게까지 이르게 할 수 있다(신현화, 1993; Ingram & Mount, 1975; Rodahl, 2001). 자외선의 과도한 노출은 피부 그을림, 태닝(tanning), 일광화상(sun burn), 광노화(photoaging), 유전자의 돌연변이(genetic mutation), 피부암(skin cancer) 등의 피부 질환 및 건강 장애를 유발시킨다(산업자원부, 1999); Frain-bell, 1977; Gruil, 1998; Ohnaka, 1993).

그러나 현재 실외 농작업자들을 일광으로부터 보호해줄 수 있는 적절한 피복소재 및 피복 장비에 관한 연구는 미흡한 상태이며, 선행 연구 중 복사열 및 자외선 차단 소재에 관한 각각의 연구는 다수 이루어져 있으나, 자외선과 복사열의 동시 차단에 관한 소재 연구는 드물다. 또한 같은 피복 소재라도 용도나 사용방법에 따라 공기층의 두께 등이 달라지고 이에 따라 소재의 자외선·복사열 차단력이 달라지는데 이에 관한 연구들이 이루어져 있지 않아 실생활에 활용되는데에 어려움이 있다.

이에 본 연구는 실외 농작업자를 위한 각종 일광 차단용 피복 장비에 활용될 수 있는 적절한 피복 소재를 선정하기 위한 것으로서, 선행 연구와 기존의 일광차단용 모자의 소재를 고려하여 시판되는 6종의 소재를 선택, 단일 혹은 겹쳤을 때 직물 종류 및 직물과 바다면 사이의 공기층의 두께가 복사열 및 자외선 차단 성능에 미치는 영향을 평가하였다.

II. 연구방법

1. 실험 소재

실험소재로서 먼저, 선행연구(최정화·정영옥, 1990)에서 환기구조 모자의 소재로서 복사열 차단력이 우수하다고 보고된 알루미늄/폴리우레탄 코팅 직물을 선정하였으며, 이와를 비교를 위해 반사성능이 크리라 예상되는 유리코팅된 재귀반사직물을 선택하였다. 이들과의 비교를 위해 기존 모자에서 주로 쓰이는 소재로서 폴리에스테르·면 혼방(이하 T/C) 직물을 선택하되, 밀도차를 두어 3중(흰색, 회색, 검정색)을 선정하였고, 밀도가 좀 더 높은 검정 T/C를 추가하였다. 또한 홑겹 직물과 2겹 직물간의 비교를 위해 위의 홑겹 직물 중 일부 직물들을 이용하여 2겹 직물을 구성하였다. 양산류의 재질로서 외면은 반사성이 큰 직물을 사용하고 내면은 짙은 색으로 하여 이중으로 하는 것이 방서에 유리하다고 보고한 선행연구(大川, 1960)에 근거하여, 겹직물로는 알루미늄 코팅직물을 사용하고, 안직물로 검정색 T/C직물을 받친 2겹 직물을 구성하였고, 이와를 비교를 위해 안직물로 흰색 T/C 직물을 사용한 경우를 추가하였다. 자외선 차단직물의 경우 선행연구(최정화·백윤정, 1996)결과 그 차단 효과가 현저하지 않은 것으로 보고되어 본 실험 소재에 포함시키지 않았다.

직물 6종의 물리적 특성을 한국원사직시험연구소에서 측정하였고, 그 결과는 <표 1>과 같았다. 실험은 6종의 소재가 각각 1겹일때와, 2겹으로 겹쳐 사용했을 때 및 피복되지 않은 상태를 포함하여 아래와 같은 9종의 조건으로 실시되었다.

1. 알루미늄/폴리우레탄 코팅된 나일론 직물(이하 알루미늄 코팅 N)
2. 유리코팅된 재귀반사 나일론 직물(이하 유리반사 코팅 N)
3. 흰색 T/C 직물 4. 회색 T/C 직물 5. 검정색 T/C 직물
6. 위의 검정색 T/C 직물보다 밀도가 높은 검정색 T/C 직물 (이하 검정 T/C 2)

<표 1> 실험 소재 6종의 물리적 특성

	시료	알루미늄 코팅N	유리반사 코팅N	흰색 T/C	회색 T/C	검정 T/C	검정 T/C 2
혼용율 (%)	KS K 0210, 정량혼용율	나일론 100	나일론 100	64/36	65/35	65/35	60/40
조직	.	평직	평직	평직	평직	평직	평직
색상	.	열은 회색(8*)	열은 회색(8*)	흰색	열은 회색(8*)	검정색	검정색
밀도(올/inch)	KS K 0511	180*100	112*96	120*80	120*80	120*80	144*96
두께 (mm)	KS K 0506	0.11	0.18	0.22	0.2	0.22	0.22
중량(g/m ²)	KS K 0514	78	133,78	103,67	101,67	114,56	117,04
표면반사율 (380~780nm)(%)	UV-V-NIR Spectrophoto meter	50.7	33.3	56.6	41.4	38	94
보온율 (%)	KS K 0466, KS K 0560, 항온법	14.7	10.3	18.5	13.2	18.8	10.3
UV-A 차단율(%)	KS K 0580	97.4	92.5	71.1	77.5	96.4	98.8
UV-B 차단율(%)	KS K 0580	99.5	99.3	91.3	92.2	96.8	99
내수도 (cmH ₂ O)	KS K 0591, 저수압법	40.1	84.3	3.8	5.0	0.0	22.4
공기투과도 (cm ³ /cm ² /S)	KS K 0570, 프라지어법	0.1이하	0.1이하	36.3	52.2	45.8	16.3

* 면셀의 명암 11단계 중 8단계

7. 2겹 직물: (위) 알루미늄 코팅 N+(아래) 흰색 T/C
8. 2겹 직물: (위) 알루미늄 코팅 N+(아래) 검정 T/C
9. 직물 피복이 없는 상태

2. 실험 조건

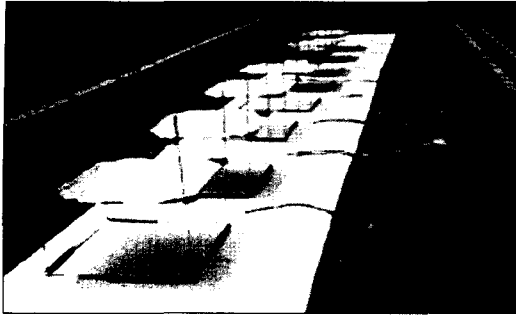
본 실험은 다양한 디자인의 모자류와 양산류 등의 방서장비에 적합한 직물 종류 및 적정 공기층 두께를 설정하기 위한 것으로, 실험직물의 크기는 차양모자의 최소 넓이를 고려하여 30×30cm로 하였으며, 공기층 두께는 모자나 양산 착용시의 착용면과의 거리에 기초하여 0~25cm 설정하되, 환기 구조의 모자류에 적합한 공기층 두께의 설정을 위해, 공기층을 밀폐된 형태가 아닌 자연대류가 가능한 개방된 형태로 하였다.

3. 환경 조건

실험은 2001년 7월 26일~8월 23일의 여름철 환경 중 맑은 날, 오전 10시~오후 4시 사이에 실외에서 실시되었으며, 실험시의 평균 실외 환경은 온도 32 ±2.6°C, 습도 56±8.0% RH, 흑구온 41±4.1°C, 기류 0.6±0.20m/s였다.

4. 소재 frame 제작 및 설치

각 직물을 30×30cm의 동일 크기로 잘라 정사각형의 알루미늄 철판에 고정시킨 다음, 4개의 기둥이 달린 철판 구조물에 끼워, 기둥의 위·아래로 직물판의 이동 및 고정이 가능하게 하였다. 이로서 직물이 바닥면으로부터 일정 높이를 유지할 수 있게 하였으며, 직물 아래는 개방형 구조로 자연 대류가 형성되도록 하였다. 제작된 소재 frame들을 일정한 간격을 두어 일렬 배치하되, 지열 등의 영향을 배제



〈그림 1〉 실외에서의 소재 실험

하기 위해 광목으로 싼 2cm 두께의 스티로폼 위에 두었다(그림 1).

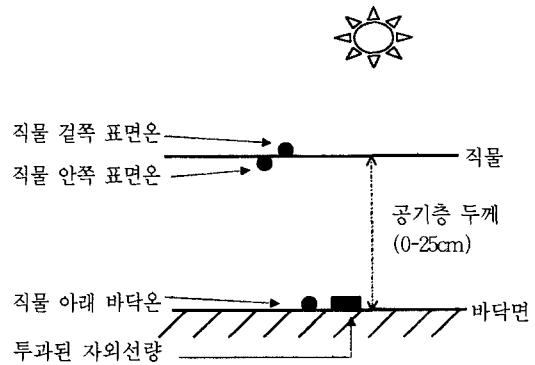
5. 측정항목

1) 식물 온도

각 식물당 3 점(식물의 겉쪽 표면, 안쪽 표면, 식물아래 바닥 그늘면)의 온도를 동시 측정하되, 식물과 바닥면 사이의 높이를 7 단계(0cm, 2cm, 4cm, 10cm, 15cm, 20cm, 25cm)로 조절하여 실시하였다. 온도는 Thermistor(일본 Takara 社製) sensor를 부착하여 측정하였으며, 9종의 실험조건으로 높이를 7 단계로 변화시켜가는 실험을 동시에 실시하고 이를 총 7회 반복하였다(9종 조건×7단계 높이×7회 반복). 식물 순서의 영향을 배제하기 위하여 식물 배열 순서를 규칙적으로 바꾸어 주었으며, 각 높이당 1분 간격으로 10분간 측정하였고, 측정위치는 〈그림 2〉에 나타내었다.

2) 자외선 투과량

9종의 실험조건별 자외선 투과량을 UV-radiometer(일본 Topcon 社製)를 이용하여 식물 아래 바닥 그늘면에서 측정하였으며, 기기의 측정가능 파장 범위는 310~400nm로서, UV-A 전파장 및 UV-B일부에 해당한다. 9종의 실험조건으로 실험물을 동시에 놓고 식물과 바닥면 사이의 높이를 5 단계(0cm, 5cm, 10cm, 15cm, 20cm)로 변화시켜 가며 실험하였으며, 이러한 과정을 총 7회 반복 실시하였



〈그림 2〉 식물 온도와 자외선 투과량 측정 위치

다(9종 조건×5단계 높이×7회 반복). 식물의 순서의 영향을 배제하기 위하여 식물 배열 순서를 규칙적으로 바꾸어 주었으며, 측정 위치는 〈그림 2〉에 나타내었다.

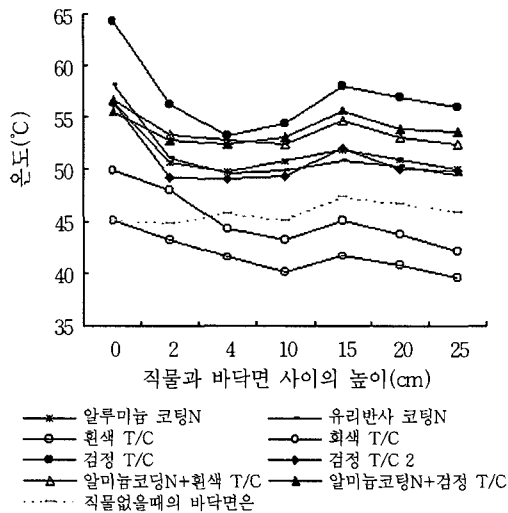
6. 결과 분석

식물과 바닥면 사이의 공기층 두께에 따른 식물별 복사열 및 자외선 성능을 알아보고자, SAS 통계 패키지 중 GLM(Generalized Linear Model) 분석을 한 후 유의한 항목에 대하여 Duncan의 다중 검정을 실시하였다.

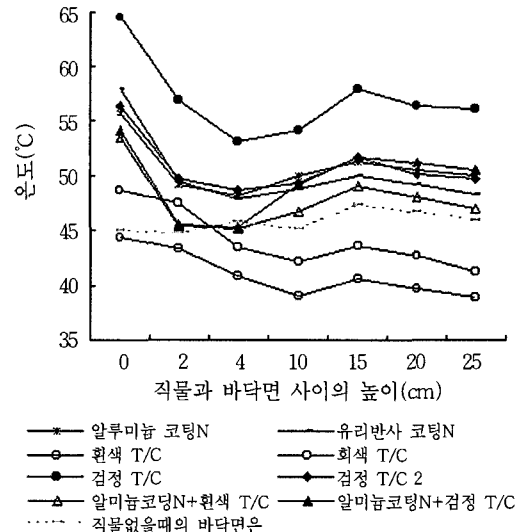
III. 결과 및 고찰

1. 복사열 차단 성능

식물 아래 바닥면 온도가 낮을수록 식물의 복사열 차단력이 큰 것으로 평가하였으며, 실제의 환경 온도에 비례하면서도 보다 안정적인 온도를 나타내는 식물 피복이 없을 때의 바닥면의 온도를 환경온 변화의 기준으로 삼아 본 실험 결과를 분석하였다. 실험시의 환경 온도는 식물 미피복시의 바닥온의 변화에서 알수 있듯이 15cm 높이에서 다소 올라간 것을 제외하고는 대체로 비슷한 온도를 유지하였다



〈그림 3〉 직물과 바닥면간의 높이에 따른 직물 겉쪽 표면 온도



〈그림 4〉 직물과 바닥면간의 높이에 따른 직물 안쪽 표면 온도

〈그림 3〉, 〈그림 4〉, 〈그림 5〉.

1) 직물 종류에 따른 차이

(1) 직물 겉쪽·안쪽 표면 온도

직물과 바닥면 사이의 높이에 따른 직물 겉쪽 표면 온도를 〈그림 3〉에, 직물 안쪽 표면온도를 〈그림 4〉에 나타내었다. 직물의 겉쪽·안쪽 표면온도를 비교해보면, 직물별 온도 순위에 있어 대체로 비슷한 경향을 보이고 있으나, 2겹 직물의 경우, 겉쪽 표면 온도에 비해 안쪽 표면온도가 다소 낮은 값을 보여, 2겹 직물이 두께가 얇은 다른 홑겹직물들에 비해 단열력이 크리라는 것을 시사해주고 있다.

직물 겉쪽 표면의 평균 온도는 흰색T/C < 회색 T/C < 검정T/C 2 < 알루미늄코팅 N < 유리반사코팅 N < 알루미늄코팅 N+검정T/C < 알루미늄코팅 N+흰색T/C < 검정T/C의 순으로 높았고, 직물 안쪽 표면의 평균 온도는 흰색T/C < 회색T/C < 알루미늄코팅 N+흰색T/C < 알루미늄코팅 N+검정T/C < 알루미늄코팅 N < 유리반사코팅N < 검정T/C 2 < 검정T/C의 순으로 높았다.

모든 높이에서 이와 비슷한 경향을 보여 주었으며, 직물 겉쪽·안쪽 표면 온도 모두 모든 높이에서

항상 표면 반사율이 가장 큰 흰색 T/C가 가장 낮은 온도를, 회색 T/C가 두 번째로 낮은 온도를 보였으며, 반사율이 작은 검정 T/C가 가장 높은 온도를 보여, 표면 반사율이 직물 겉쪽·안쪽 표면온도에 미치는 영향이 크다는 것을 확인할 수 있었다.

(2) 직물아래 바닥 그늘면 온도

직물과 바닥면 사이의 높이에 따른 직물 아래 바닥면 온도를 〈그림 5〉에 나타내었다.

직물별 바닥 그늘면 온도는 직물과 바닥면 사이의 높이 즉, 공기층의 두께가 2cm 이상일 경우와 공기층 없이 밀착시켰을 경우 서로 다른 경향을 보였다.

① 공기층 두께가 2cm 이상일 경우의 바닥면 평균 온도는, 알루미늄코팅N에 검정T/C나 흰색T/C를 받친 2겹 직물의 경우 가장 낮은 온도를 보였고 (p<0.001), 다음으로 알루미늄코팅 N < 유리반사코팅 N < 검정T/C 2 < 흰색T/C < 검정T/C < 회색T/C < 직물 없을 때의 순으로 높게 나타났다. 알루미늄코팅 N+검정T/C의 차단력이 가장 우수한 것은 방서를 위한 양산소재로서 외면은 백색 또는 연한색으로 하여 태양광선을 반사시키고 내면은 짙은색으로 하여 투과광선을 막는 방법이 유리하다고 보고한

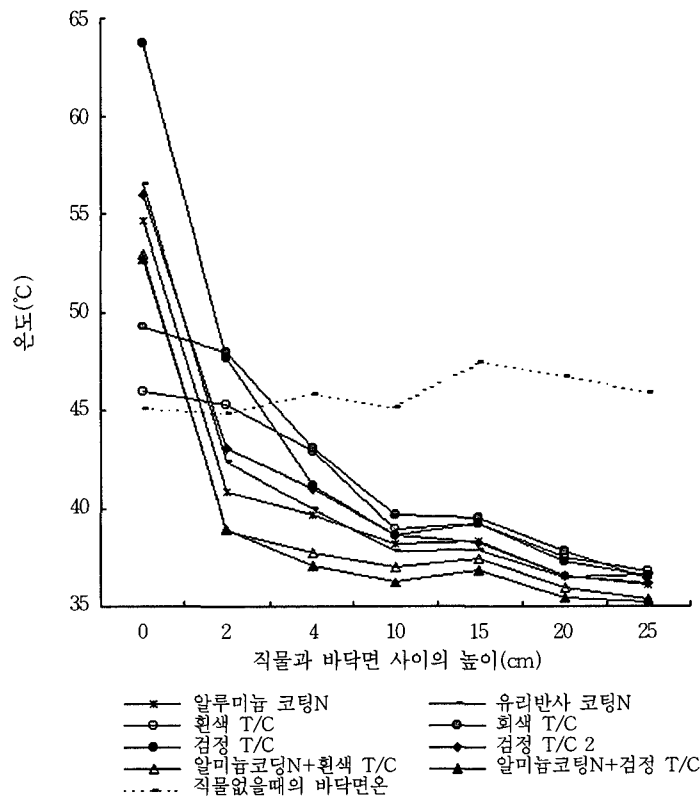
선행연구(大川, 1960)과 일치된다.

흡열 직물 중에서는 알루미늄코팅N, 유리반사코팅N, 검정T/C 2 직물이 다른 3종의 T/C 직물들보다 우수하였는데($p<0.001$), 전자의 직물들이 후자의 직물들보다 공기투과도가 낮아 열투과도 역시 낮아졌기 때문인 것으로 사료된다. 이는 시료의 직통기공 면적이 클수록 시료의 통기량은 많아지나 그만큼 빛의 투과량도 많아지며(中橋美智子, 1984), 직물의 기공면적이 작을수록 방서효과가 크다(Yugae, 1980)는 선행연구들과 일치된다.

알루미늄코팅N과 유리반사코팅N의 경우, 알루미늄코팅N이 4cm 두께 이하에서 더 낮은 값을 보였으나 2cm 이상의 평균값에서는 유의한 차이가 없었다. 그러나 유리반사코팅 직물이 두껍고, 무거우며 가격이 비싼 반면, 알루미늄 코팅 직물은 6종의 흡

열 직물 중 가장 얇고 가볍고 저렴하며, 방수 기능이 있는 등의 실용성을 갖추고 있어 흡열직물 중 양산류의 방서용 피복재료로서 가장 적합하다고 할 수 있겠다.

② 공기층이 없이 밀착되었을 경우의 바닥면 온도는, 직물 피복이 없는 상태와 흰색T/C 직물이 가장 낮았고($p<0.001$), 그 다음으로 회색 T/C가 낮았으며($p<0.001$), 다음으로 알루미늄코팅N+검정T/C < 알루미늄코팅 N+흰색T/C < 알루미늄코팅N < 검정T/C 2 < 유리반사코팅N < 검정T/C의 순으로 높게 나타나, 검정 T/C의 복사열 차단력이 가장 낮다는 것을 알 수 있었다($p<0.001$). 이러한 직물 순위는 직물 표면온에서의 순위와 유사한 경향으로써, 이는 직물 표면의 열이 직물에 밀착되어 있는 바닥면에 직접적으로 전달되었기 때문인 것으로 생각된다.



〈그림 5〉 직물과 바닥면 사이의 높이(공기층 두께)에 따른 직물 아래 바닥면 온도

(3) T/C 직물 4종의 비교 (명도, 밀도차의 영향)

명도가 다른 T/C 직물 3종과 밀도가 더 높은 검정색 T/C 1종의 직물 겉쪽 표면온도와 바닥면온도를 비교하여, 명도 및 밀도의 영향을 살펴보았다.

① 명도의 영향

검정색과 흰색 직물을 비교해보면, 25cm 두께를 제외한 4cm 두께 이상의 공기층이 있을 때는 검정색 직물이 흰색, 회색 직물에 비해 직물 표면온도는 더 높았으나 바닥온은 더 낮았고, 2cm 정도의 얇은 공기층이 있거나 밀착되었을 때는 흰색 직물이 직물 자체의 표면온도도 낮고 바닥온도 유의하게 더 낮았다.

관련 선행연구를 살펴보면, 열반사성은 흰색·열은색일 경우 더 크고, 열투과성은 짙은색일 경우 더 작다고 하였으며(大川, 1960), 또한 백색이 흑색보다 실효 열투과율이 크다고 보고하였다(中橋美智子 & 岩崎京子, 1978). 이는 결국 동일 밀도의 흰색과 검정색 직물을 비교한다면, 흰색은 열반사성이 크지만 열투과성 또한 크고, 검정색은 열반사성은 작지만 열투과성 또한 작다는 것을 의미한다. 따라서 밀착시와 2cm 두께의 얇은 공기층이 있을 경우에는 열반사성이 좋아 직물 자체의 온도가 낮았던 흰색 직물이 유리하였던 것이고, 4cm 두께 이상의 공기층이 형성되어 있을 경우에는 겉쪽 표면에 도달한 열을 덜 투과시키는 검정색 직물이 유리하였던 것이라 생각된다.

② 밀도의 영향

밀도에서 차이가 나는 검정색 직물 2종(검정T/C, 검정T/C 2)을 비교한 결과, 밀도가 더 높은 직물이 모든 높이에서 직물 표면온 및 바닥온이 더 낮은 값을 보여(p<0.001), 복사열 차단에 더 유리한 것으로 나타났으며, 이는 직물의 밀도가 높을수록 열투과성이 낮아졌기 때문인 것으로 사료된다.

2) 직물과 바닥면 사이의 높이의 영향

(1) 직물 겉쪽·안쪽 표면온도

0cm에서 모든 직물의 겉쪽·안쪽 표면 온도가 다소 올라간 것을 제외하고는 전체적으로 완만한 곡선을 보여주어, 공기층 두께의 영향이 크지 않았

음을 알 수 있었다(〈그림 3〉, 〈그림 4〉 참고).

(2) 바닥 그늘면 온도

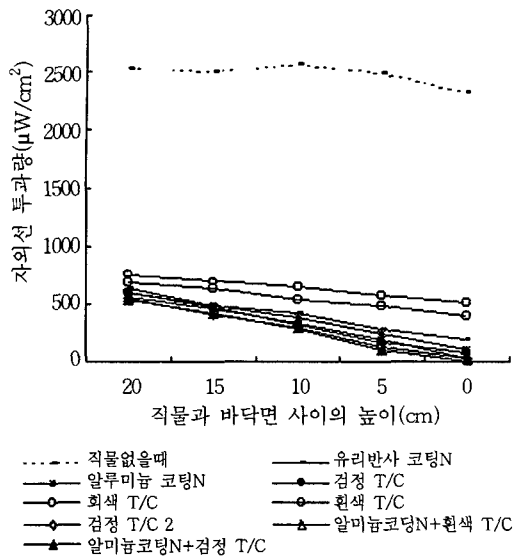
직물 표면온도에 비해 바닥면 온도는 공기층 두께 변화에 따른 온도 변화가 현저하였다. 전체적으로 공기층이 두터워질수록 바닥면 온도가 낮아지는 경향을 보였으며, 특히, 공기층 두께가 0~10cm에서는 두께 증가에 따른 온도 저하폭이 크고, 직물간 온도차도 커서 공기층 두께의 영향이 큼을 알 수 있었다. 반면 10cm 이상의 두께에서는 좀 더 완만한 곡선을 나타내고 있는데, 두께 증가에 따른 온도저하도 적고 직물간 온도차도 크지 않아, 공기층 두께의 영향이 크지 않음을 알 수 있었다(〈그림 5〉 참고). 따라서 방서장비 제작시에는 안정적인 복사열 차단을 위해 착용면으로부터 10cm 이상을 띄워주는 것이 바람직하다고 하겠다. 15cm 높이에서 직물들의 바닥면 온도가 다소 올라간 것은 직물 미피복시의 바닥온의 상승에서 보여지듯 15cm 높이에서 환경온이 다소 높았기 때문이며, 환경온을 감안하면 높이 증가에 따라 점차 온도가 낮아지는 경향과 동일한 경향임을 알 수 있다.

(3) 직물 미피복시와 피복시의 바닥온

4cm 이상의 모든 공기층 두께에서는 직물 피복시의 바닥면 온도가 미피복시보다 낮아 직물의 복사열 차단효과가 나타났지만, 2cm 두께에서 일부 역전현상이 나타나다가, 0cm 두께에서는 모든 직물의 바닥면온도가 미피복시보다 높았다. 이를 통해, 본 실험조건에서는 0~2cm의 공기층 두께가 직물의 열차단력에 큰 영향을 미치며, 방서를 위해서는 최소 2cm 이상의 공기층이 필요함을 알 수 있었다. 이와 같이 공기층 두께가 열차단에 미치는 영향이 크므로, 모자 등의 제작시에는 그 착용조건에서의 최적의 공기층 두께를 반드시 고려해야 할 것이다.

2. 자외선 차단 성능

각 직물 아래 바닥 그늘면에서의 자외선 투과량을 5 단계 높이에서 측정된 결과를 〈그림 6〉에 나타내었다.



〈그림 6〉 바닥으로부터의 높이에 따른 직물별 자외선 투과량

(1) 직물 종류에 따른 차이

직물별 자외선 투과량은, 알루미늄코팅 N+검정 T/C < 검정T/C 2 < 알루미늄코팅 N+흰색T/C < 검정T/C < 알루미늄코팅 N < 유리반사코팅 N < 흰색 T/C < 회색T/C < 직물이 없을 때의 순으로 많은 것으로 나타나, 알루미늄 코팅 직물에 검정T/C를 겹친 2겹 직물의 자외선 차단력이 가장 우수함을 알 수 있었다($p<0.001$). 또한 흰색 T/C, 회색 T/C 직물의 자외선 차단력이 다른 직물들보다 유의하게 낮은 것으로 나타났는데($p<0.001$), 이는 두 직물이 공기투과도가 높고 색이 연하기 때문인 것으로 생각된다.

이는 직물의 자외선 차단력에 있어 조직의 밀도가 가장 중요하며, 직물 밀도가 높을수록, 짙은 색일수록 차단력이 증가하고(Berne & Fischer, 1979; Davis, Capjack, Kerr & Fedosejevs, 1997; Welsh & Diffey, 1981), 두 층의 옷이 부가적인 차단 효과를 낸다는(Berne & Fischer, 1979) 선행 연구들과 일치한다. 자외선 투과율의 경우, 직물 종류에 상관없이 모두 30 % 미만의 투과율을 보여 자외선 차단에 있어 직물 피복의 효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

(2) 직물과 바닥면 사이의 높이에 따른 차이

직물과 바닥면 사이의 높이가 낮을수록 자외선 투과량이 유의하게 적어져($p<0.001$) 자외선 차단력이 우수해짐을 알 수 있었다. 이는 높이가 낮아짐에 따라 주위로부터 간접적으로 반사되어 들어오는 자외선량 등이 감소되었기 때문인 것으로 생각된다.

본 실험 결과를 바탕으로 직사일광 차단을 위한 적절한 직물 및 공기층 두께를 제시해본다면, 먼저, 직물 종류의 경우 최소 2cm 이상의 공기층이 있을 경우에는 표면반사율이 크고 공기투과도가 작은 직물(알루미늄 코팅직물, 밀도가 높은 검정색 직물 등)이 복사열 및 자외선 차단에 유리하다고 할 수 있다. 반면, 피복재료가 착용면에 밀착될 경우에는 반사율이 큰 흰색 직물류를 사용하여 최소한의 자외선 차단을 피하면서도 복사열 차단을 최대화시키는 것이 바람직할 것이다. 두 번째로, 적절한 공기층 두께의 경우, 자외선과 복사열 차단에 있어 유리한 공기층 두께가 서로 상반되어 최적의 공기층 두께를 일률적으로 제시할 수는 없으나, 본 실험조건과 유사한 조건일 경우 두가지 요인을 동시에 만족시키기 위해서 대략 2~10cm 정도의 공기층 두께가 적절할 것으로 생각된다.

그러나, 선행연구 및 본 실험결과에서 알 수 있듯이 직물의 복사열 및 자외선 차단성능은 직물층 요인(밀도, 두께, 표면반사율, 공기투과도 및 열반사성, 열흡수성, 열투과성 등) 뿐 아니라 직물의 사용방법, 환경조건에 따라서도 달라질 수 있으므로, 일광차단용 피복장비를 위한 소재 및 적절한 공기층 두께의 결정시에는 소재의 물리적 특성, 사용조건, 용도를 종합적으로 고려하는 것이 바람직할 것이다.

VI. 요약 및 결론

실외 농작업자를 위한 각종 일광 차단용 피복 장비에 활용될 수 있는 적절한 피복 소재를 규명하기 위하여, 선행 연구와 기존의 일광차단용 모자의 소재를 고려하여 6종의 소재를 선택, 단일 혹은 겹쳐

을 때 직물 종류 및 직물과 바닥 사이의 공기층의 두께가 복사열 및 자외선 차단 성능에 미치는 영향을 평가하였다.

1. 복사열 차단 성능

직물 종류에 따른 복사열 차단력은 직물과 바닥 사이의 공기층의 두께에 따라 다른 경향을 보이는데, 먼저 2cm 두께 이상의 공기층이 있을 경우에는 알루미늄 코팅된 나일론 직물에 검정색이나 흰색 T/C를 받친 2겹 직물이 가장 우수하였으며 ($p<0.001$), 공기층이 없이 밀착되었을 경우에는 직물 피복이 없는 경우와 흰색 T/C 직물이 가장 우수하였고, 검정 T/C의 차단력이 가장 낮았다($p<0.001$). 또한 직물과 바닥 사이의 높이가 높을수록 복사열 차단 성능이 좋았다.

2. 자외선 차단 성능

알루미늄 코팅된 나일론 직물에 검정 T/C를 받친 2겹 직물이 가장 우수하였으며($p<0.001$), 색이 연하고 공기투과도가 큰 흰색, 회색 T/C직물의 차단력이 가장 낮았다($p<0.001$). 또한 직물과 바닥 사이의 높이가 낮을수록 자외선 차단성능이 좋았다. 그러나, 직물의 복사열·자외선 차단성능은 소재의 물리적 특성, 직물의 사용방법, 환경조건에 따라 달라질 수 있으므로, 일광차단용 피복장비의 소재 및 공기층 두께의 결정시에는 이러한 요인들을 종합적으로 고려하여야 할 것이다.

■ 참고문헌

- 산업자원부(1999). 자외선 차단제품의 안전성 연구. 산업자원부 기술표준원, 21-27.
- 신현화(1993). 고열에 의한 건강장해 예방 대책. 한국산업안전공단, 11-16.
- 최정화, 백윤정(1996). 옥외 작업시 의복의 자외선 차단효과. 한국생활환경학회지, 3(4), 63-71
- 최정화, 정영옥(1990). 하절기 방서용 농작업모 개발에 관한 연구. 한국의류학회지, 14(4), 281-91.
- 大川富雄(1960). 日傘の防暑効果に關する衛生學的的研究. 廣島扇學, 13, 975-84
- 中橋美智子 & 岩岐京子(1978). 太陽放射による着衣の吸熱に關する研究(第 1 報). 日本家政學雜誌, 29(3), 157-61.
- 中橋美智子 (1984) 日がさ用材質の防暑効果に關する實驗的研究. 日本生氣象學會誌, 21(2), 63-70.
- Berne, B. & Fischer, T. (1979). Protective effects of various types of clothes against UV radiation. *Acta Derm Venereol*, 60(5), 459-60.
- Davis, S., Capjack, L., Kerr, N. & Fedosejevs, R. (1997). Clothing as protection from ultraviolet radiation: which fabric is most effective?. *Int J Dermatol*, May 36(5), 374-9.
- Frain-bell, W. (1977). Solar radiation: Short and long term effects, *Practitioner*. Aug 219(1310), 188-92.
- Grujil, F.R. (1998). Adverse effect of sunlight on the skin. *Ned Tijdschr Geneesk*, Mar 142(12), 620-5.
- Ingram, D.L. & Mount, L.E. (1975). Man and animals in hot environment. USA; *Springer-Verlag New York Inc*.
- Ohnaka, T. (1993). Health effects of ultraviolet radiation. *Ann Physiol Anthropol*, Jan 12(1), 1-10.
- Rodahl, K.저, 이창민 역 (2001). 작업생리학, 서울: 大英社.
- Welsh, C. & Diffey, B. (1981). The protection against solar actinic radiation afforded by common clothing fabrics. *Clinical and Experimental Dermatology*, 6, 577-82.
- Yogae Osamoo 저, 金炳珉 (1980). 被服衛生學, 서울: 維新文化社, 169-70.