

의복 착용시 의복의 수분전달성능 평가에 대한 연구

— 염화 코발트 법을 이용한 평가 —

A Study on the Performance Evaluation of Moisture Transfer in Clothing under Wearing Conditions

— Evaluation by Covaltous Chloride Method —

충남대학교 가정대학 의류학과
조교수 홍 경 희

Chungnam National Univ., College of Home Economics
Dept. of Clothing and Textiles
Assistant Prof.; **Kyung Hi Hong**

< 목 차 >

- | | |
|----------------|-------------|
| I. 연구의 배경 및 목적 | IV. 요약 및 결론 |
| II. 연구방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

< Abstract >

Cobaltous Chloride method has been known as a sufficiently good test methodology for the dynamic moisture transfer through textile fabrics. In the current study, Cobaltous Chloride method was adopted and modified to test dynamic moisture transfer in clothing under actual wearing conditions. It was possible to test the significant difference between fabric types by controlling the position of CoCl_2 impregnated swatch (LD type), time scale of the moisture transfer (within 10 mins), experimental design (split plot design) and other miscellaneous experimental techniques. As results, it was concluded that Cobaltous Chloride method is a satisfactory screening test to predict moisture related comfort properties of clothing as worn.

I. 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

현재의 소비자들은 섬유제품의 심미성과 기능성을 동시에 추구하고 있다. 특히 작업복, 특수복 혹은 스포츠웨어에서는 기능성이 상대적으로 중요하여 땀이

발생할때 의복은 땀과 수분을 잘 발산시키는 동시에 인체를 보호해야 한다. 이러한 두가지 역할을 동시에 조화시키고자 각종 새로운 소재가 개발되고 있다.

그러나, 어떠한 새로운 소재를 개발하여 상품화 했을 때 소비자가 만족하기 위하여서는 재료자체의 개선과 동시에 한걸음 더 나아가 실제 인체와 피부사이의 미세공간에서의 땀의 확산에 따르는 온도, 습도의

변화와 분포상태 및 최종적인 인지실험⁷⁾을 병행하여야 재료의 특성화에 대한 효율성을 분석할 수 있고 부가가치를 명확히 파악할 수 있다고 하겠다.

개발 제품의 성능 평가가 실험실에서 모형(model)과 기구를 이용하여 섬유, 실 직물 상태에서부터 기본단계로 이루어져야 함은 물론이나 이것이 인체에 입혀졌을 때의 결과가 항상 실험실내의 결과와 일치한다고 보기는 어렵다. 그 이유는 실험실내에서는 대

부분 평형상태에서 모형을 가지고 측정을 하는데 인체-의복-환경의 시스템은 항상ダイナ믹하게 상호연관이 되어 변하며 변화의 폭이 넓기 때문에 평형상태의 실험결과는 실제상황과의 연관성이 적은 경우가 많으며 인체생리의 변화를 모형(model)으로서 그대로 모방하기가 어렵기 때문이다. 따라서, 본 연구에서는 이제까지 일반적으로 실험실에서 평형상태에서 수분전달현상을 측정하였던 것에서 한걸음 발전하

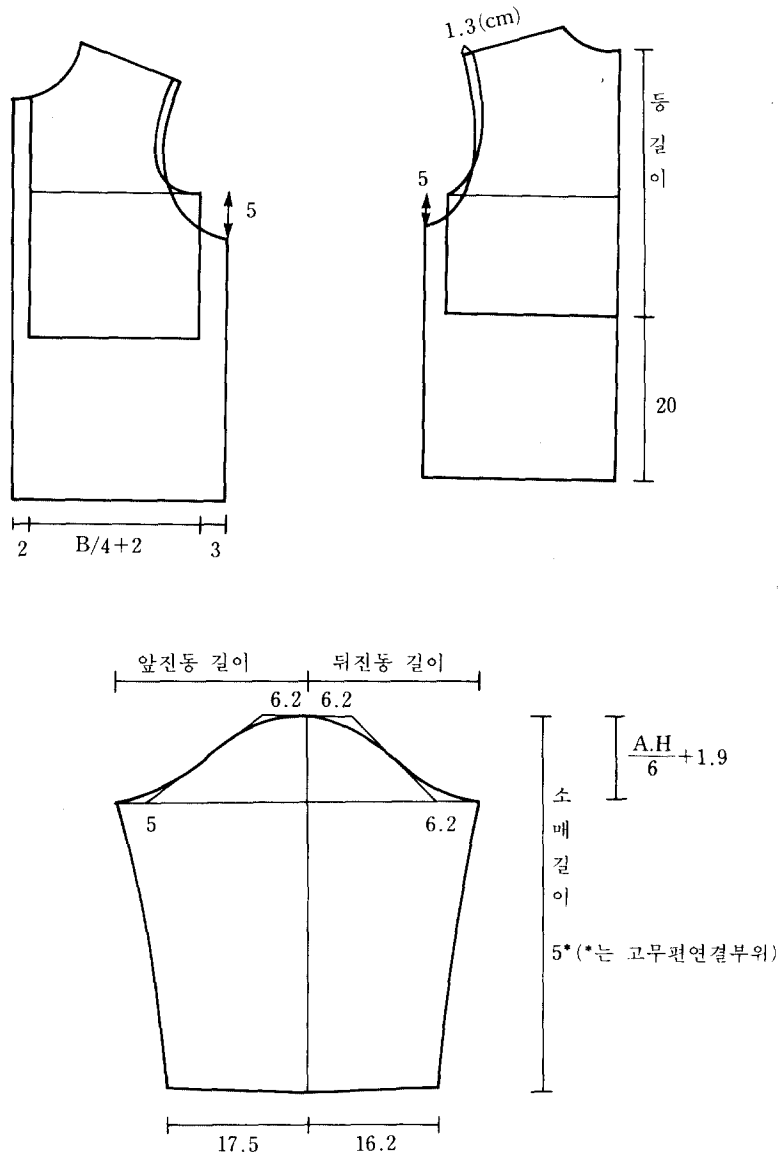


Fig. 1. Patterns for the Experimental Garment

어, 동적수분전달 측정법을 개발한 선행연구^{1-3,8-10)}의 후속 연구로서 의복 착용 상태에서의 실험을 하고자 한다.

선행연구에서는 소형항온항습 챔버를 만들어 땀발생피부모형위에서 염화 코발트^{1,2)} 법을 이용하여 직물의 동적수분전달 현상을 측정하였는데, 본 연구에서는 선행연구때와 같이 35% cobaltous chloride 용액에 면직물을 침치하되 add-on을 42%로 조절한 지시포를 이용하여 인체가 의복을 착용한 상태에서 동적 수분전달 측정이라는 목적에 적합하도록 염화 코발트법을 연구하며, 그 적용례로 섬유 종류의 동적 수분 전달 현상을 인체위에서 측정하여 소비자 단계에서 최종적인 제품의 평가방법론 정립에 기여하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험 조건

1) 환경

인체실험은 온도 $29 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 습도 $72 \pm 5\% \text{RH}$ 를 유지하는 항온 항습실내에서 실시하였다. 항온 항습실 내에는 자기온습도계, 건습구 온도계를 설치하였고 풍속은 Hotwire Anemometer를 사용하여 측정하였는데 피험자가 있는 장소는 사방의 벽주위와 송풍 장소를 피한 곳으로 풍속 0.1 m/sec 이내로 바람이 거의 없었다. 염화 코발트에 침지한 지시포의 색변화를 관찰하기 위해서 사용한 조명은 피험자의 옷으로부터 155 cm 떨어진 천장에 부착되어 있는 20 W 형광등 1개와 피험자의 옷으로부터 70 cm 떨어진 곳

에 설치한 100 W 백열등이었다.

2) 실험의복

실험의복은 투습방수포가 주로 의의용 잠바로 많이 쓰이므로 춘추용 홉겹 잠바로 제작하였다. 여유분이 너무크면 의복내에 대류현상이 생겨 수분전달 메카니즘현상이 복잡해지므로 이를 방지하기 위해 Bust의 기본치수에 여유분을 20 cm 부여해서 제작하였다. 따라서 이론적으로는 인체에서 평균 3.2 cm 가량 떨어진 거리에서 잠바가 가슴을 감싸도록 되어있다. 의복의 등길이는 신체치수 상의등길이 + 20 cm 로 하였고, 고무밴드를 허리 위치에 넣고, 목은 china collar형으로 하면서 폭 4.5 cm 의 고무편을 대고, 소매도 고무편을 대어 의복내 국소기후층에서의 공기층의 교란을 방지하였다. [그림 1]은 실험복 제작에 사용된 패턴이다.

실험용 의복의 소재는 <표 1>에서와 같이 면 100%, nylon 100%, 이와 동일한 nylon 100%에 polyurethane coating이 된 투습방수포 (PCF), 극세 폴리에스테르 100%를 이용한 초고밀도 투습방수포 (UWF)를 이용하였다. 두께, 직물의 조직, 밀도는 거의 유사하였고 통기성은 4 직물 모두 적은 편이었는데 특히 신소재용으로 나온 PCF와 UWF는 통기성이 작았다.

실험의복에 Cobaltous Chloride 지시포를 부착하기 위해 등뒤의 왼쪽에서 2개소, 오른쪽에서 2개소를 택하였다. 지시포가 들뜨지 않도록 등부분의 편평한 부위를 택하였는데 왼쪽의 2개소는 의복의 내면에서의 수분전달을 알아보는 것이고, 오른쪽 윗부분은 실험용 의복에 구멍을 낸 상태에서 Cobaltous Chlo-

Table 1. Physical Characteristics of experimental fabrics

Characteristics	Material	Cotton	Nylon	PCF	UWF
Weight (KSK 0516), g/m^2		106.23	66.0	100.0	115.3
Thickness (KSK 0516), 0.01mm		19.5	15.0	15.5	16.6
Air Permeability (KSK 0570) $\text{cc} / \text{cm}^2 / \text{sec}$		26	30	0.2	0.8
Fabric Count (KSK 0511) Ends/picks / In		124*127	122*86	120*90	*67000
Weave		Plain	Plain	Plain	Plain
Original Fiber (or Finish)		100% Cotton	100% Nylon	100% Nylon (PU Coating)	100% PET

* unit : filaments / square inch

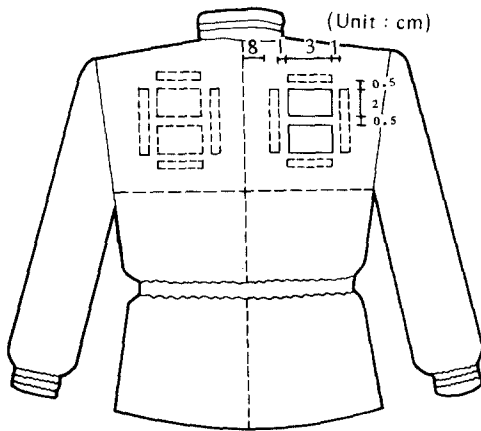


Fig. 2. Positions of Standard Color Chips On Each Garment

ride 지시포의 색을 살펴보기 위한 것이며 오른쪽 아래부분은 실험의복을 통과해 나온 수분의 양을 관찰하기 위해서 선택하였다. [그림 2]에서는 전체적인 위치를 보여주고 있는데 지시포가 액체상태의 땀에 직접 닿는 것을 방지하기 위해서 tygon tube를 spacer로 이용하였다. 즉 외경 8mm의 tygon tube를 지름부위에서 잘라 높이 4mm로 만들어 6cm, 3cm의 길이로 잘라 [그림 2]에서와 같이 2개의 지시포 주위를 돌아가며 각각 투명테이프로 고정하여 4mm의 공간을 유지하게 하였다. 실험시에는 피험자가 자연스럽게 자세를 취하게 하여 등뒤 의복의 여유분이 너무 남지않고 가능한한 속 내의에서 4mm떨뜨게 하였다.

[그림 3]에서 네개 부위의 관측 장소를 보여주고 있는데 (1)은 왼쪽 위 부분으로 (Left-up, LU) 실험용

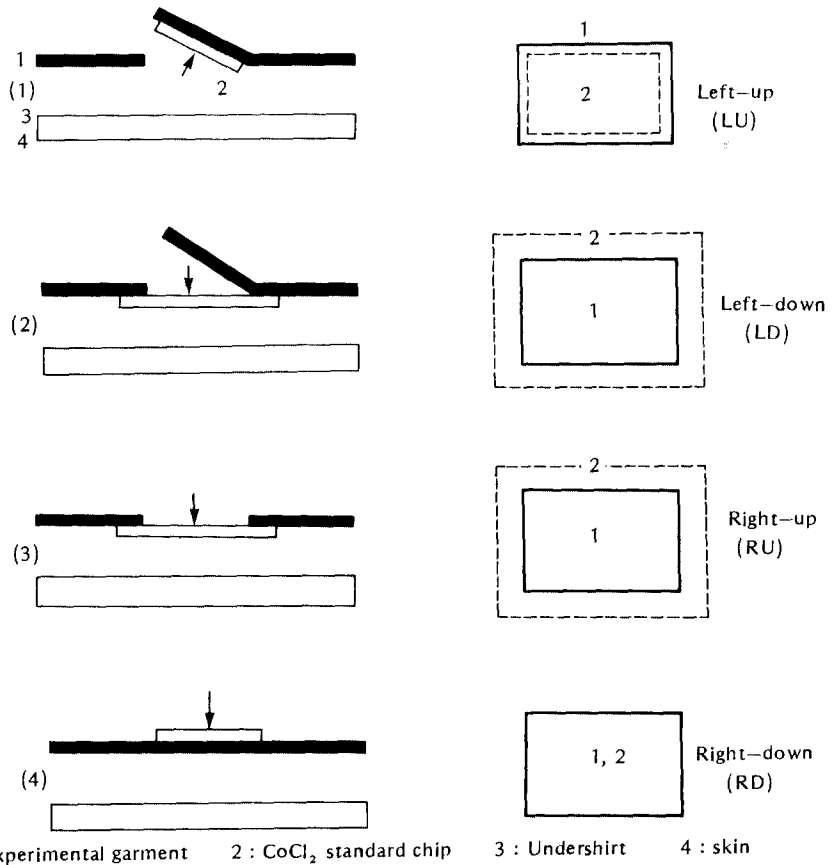


Fig. 3. Observed Positions of Each Standard Color Chips on the Garment (arrows indicates observed positions)

Table 2. Physical characteristics of subject

Subjects	Weight (Kg)	Height (cm)	Body Surface*	Age	Bust (cm)
JS	54	158.5	1.554	22	90
JN	47	157.5	1.458	22	85

* Body Surface = $H^{0.725} \times W^{0.425} \times 72.46$ (高比良의 식)

의복의 삼면만을 자르고, 그 안에 지시포를 부착하여 다시 뚜껑을 닫듯이 공간을 덮은 상태에서 땀이 내의 → 지시포내, 외면 → 실험용 의복 순으로 통과해 나갈 때 지시포내면에서의 색을 관찰한 부위이다. (2)는 왼쪽 아래부분(LD)으로 역시 실험용의복의 삼면만을 잘라 실험용 의복에 덮여있는 지시포를 통과해 나온 수분의 양을 알아 보기 위한 것이다. (3)은 오른쪽 윗부분(RU)으로 실험용 의복을 작은 사각형 형태로 도려낸 뒤 지시포가 노출되었을 때 이를 통과해 나온 수분의 양을 관찰한 것이다. (4)는 오른쪽 아래부분(RD)으로 지시포를 실험용의복 겉면에 그대로 부착한 것으로 수분이 내의 → 실험용의복내·외면 → 지시포내·외면을 통과해 나온 결과를 보여주고 있다. 단, 본 실험에서는 한 피험자(JN)의 RU위치에서 지시포의 중앙이 직접 액체상의 땀에 젖는 경우가 발생하였는데, data 처리시에는 이를 제거하고 LU, LD, RU 위치 만을 분석하였다. [그림 3]의 오른쪽 부분은 지시포의 크기와 실험용의복 4각형부위의 크기를 상대적으로 나타낸 것이다. 또한 실험복은 실험전에 매번 가정용 세탁기를 이용하여 KSK 표준가류세탁비누로 세탁한 후 탈수시켜 건조하였는데 이때 올풀림을 방지하기 위하여 실험용의복에 가위를 낸 부분은 본드로 살짝 붙였다.

2. 실험계획 및 순서

1) 피험자 조건

피험자는 다음 <표 2>와 같은 특징을 지닌 성인여자 2명으로 하였다. 실험복 안에 상의로는 nylon brassier, 100%면으로 된 7부 소매의 속옷을 실험용 의복속에 착용하였고 하의로는 100%면 삼각팬티, 100% 면brief, 100% mylon 운동복용 긴바지(Training wear)를 입었다.

인체는 피부표면이 건조할때보다 땀에 덮인 상태가 의복재료에 대한 피부의 쾌·불쾌감이 예민하여 지므로⁶⁾ 환경조건을 $29 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 습도 $72 \pm 5\%$ RH로 조

절하였고, 다음과 같은 준비 상태를 거쳐 실내 운동을 시켰다. 피험자는 30분간 안정을 취한 뒤 건조 보관되어 있는 속옷을 꺼내입고 그 위에 운동복 상하를 갈아 입은 후 운동 5분전에 음료수 250 ml를 마시고 준비한다. 피험자는 5분후 일정한 하중을 준 자전거역량계를 30 Km/hr의 속도를 유지해 가며 10분간 타서 땀을 내었다.

피험자에 따라 10분이 다소 넘더라도 땀이 액체상으로 떨어질때까지 운동을 실시하였으나 12분 이내에 모든 경우에 땀이 났다. 이와 같은 운동은 피험자의 그 날의 실험시간전의 신체적 차이점을 줄여줄수 있고 반복 실험시에도 재현성을 높여 준다⁷⁾. 실험시간은 오전, 오후 한 차례씩 피험자에 따라 같은 시간에 실시하도록 하였다.

일반적으로 환경온이 높지 않을 때, 쾌적감은 피부온이나 평균체온과 상관관계가 높아 이들을 반드시 병행하여 측정해야하나 환경온이 높을때의 쾌적감은 피부온이나 평균 체온보다 땀에 의해서 젖은 피부면에 더욱 관련됨으로⁸⁾ 본 실험에서는 피부온이나 평균체온은 측정하지 않았고 땀의 발산 및 확산에 대한 하나의 지표가 될 수 있는 의복표면에서의 수분전달 현상을 측정하였다.

2) 실험 계획

염화 코발트법을 이용한 인체착용실험은 피복재료 자체의 실험만으로 알 수 없는 실제 인체-의복-환경의 복합 system에서 필요한 자료를 추출할 수 있는 특수한 장점이 있는 반면에 생리상의 차이점이 있는 인체를 다루므로 인체에 의한 차이점을 배제하기 위해 반복이 있는 split plot design을 택했다. 인체를 하나의 BLOCK으로 처리하고, 1차 단위는 TIME으로 오전, 오후(AM, PM)중 Random하게 선택한 후, 각 1차단위내에서 2차단위인 직물종류(COT, NYLON, PCF, UWF)를 랜덤하게 배치하였다. 각 피험자는 2번 반복실험을 하였다. 오전, 오후를 1차 단위에 배치하여 투습에 걸리는 시간이 하루중 오전,

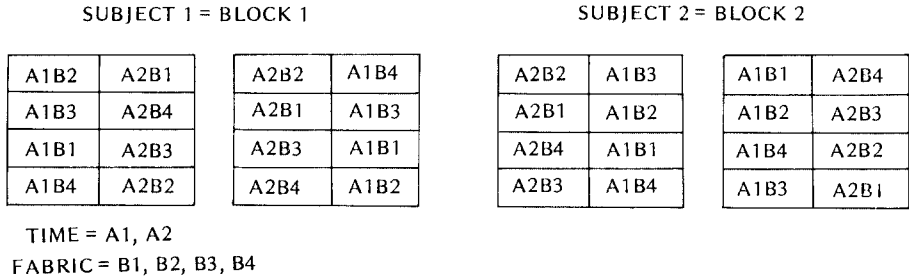


Fig. 4. Experimental design (split plot design)

오후에 영향을 받는가의 여부를 알아 보았다. 직물의 종류를 2차단위에 배치한 이유는 Split-Plot Design은 2차 단위에 더욱 예민하게 검증이 되기 때문에 투습성과 직물의 종류의 연관성을 오전, 오후보다 더욱 상세히 살펴보기 위함이다[그림 4].

3) 실험 순서

운동후 피험자는 항온항습실로 들어와 위의 체육복을 벗고 데시케이터속에서 건조 밀폐되어 보관된 실험용 잠바로 재빨리 갈아 입는다. 그때 초시계를 작동시키고, 기준 포화염 용액상의 각 색단계에 도달하는 시간을 체크한다. 이때 피험자는 의자에서 일정한 자세로 휴식하고 있다가 10분이 경과하면, 제작한 운동용 계단에서 5분간 계단오르고 내리기를 한다. 그리고 10분 휴식후 다시 5분 동안 위와 같이 운동을 한다. 운동용 계단은 높이를 Harvard Step Test에 근거하여 20 inch로 제작하였고 나비 10 inch, 높이 10 inch로 된 2단 계단으로서 실험도중에도 땀을 유지하기 위하여 계단 운동을 실시하였다.

3. 지시포(Standard color chip)제작 및 Calibration

지시포로 사용할 면직물을 가정용 세탁기로 세탁한 후 증류수로 충분히 헹구어 사용하였다. Cobaltous chloride 35% 용액을 준비하고 여기에 건조시킨 면직물을 침지한 뒤 electric padder를 사용하여 add-on을 42%로 조절하였다. 이는 add-on을 높일수록 색 변화를 뚜렷이 관찰 할 수 있다는 선행 연구에 따른 것이다¹⁾. 실제 지시포 부착은 상의 전체 면적에 비해 볼 때 약 2cm×3cm 크기로 의복의 수분 전달을 크게 방해하지 않는 것으로 보인다.

이 지시포를 calibration하기 위하여 CoCl₂ 용액

Table 3. % R.H. at each saturated salt solutions at 20°C

Calcium Chloride	(CaCl ₂)	0% R.H.	blue
Chromium Trioxide	(CrO ₃)	35%	
Potassium Carbonate	(K ₂ CO ₃)	44%	
Sodium Dichromate Dihydrate	(Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O)	52%	
Sodium Chloride	(NaCl)	75%	
Potassium Chloride	(KCl)	85%	pink

에 함께 침지한 지시포를 100°C Oven에서 일단 건조시킨 뒤 1×10(cm)의 직사각형으로 절단하여 고무 마개에 접촉시킨 뒤 다시 재 건조하였다. 이것을 표 3에 보이는 포화염 용액상에 설치하고 밀봉하여 시험관 내에서 평형 상태에 도달하여 고유한 색을 띠도록 48시간 동안 28°C를 유지하는 항온항습 Chamber에 방치하였다. 지시포는 푸른색에서 분홍색까지 각 단계별로 고유한 색상을 띠게 되며 각각의 색의 각 단계에서의 % RH를 의미하는 것으로 수분전달을 정량화 할 수 있게 되었다. 색 감별시에는 2×3(cm)의 크기로 구멍을 낸 회색 배지를 대고 실험하여 주위의 색으로 인한 오차를 줄였다.

III. 결과 및 고찰

염화 코발트 법을 실제 4종류의 의복에 적용한 결과는 다음과 같다. 의복상의 3개의 측정 위치(LU, LD, RD)에서 각각의 상대습도를 나타내는 표준색에 도달할때까지의 시간을 측정된 결과에 대해 두명의 피험자(BLOCK), 오전 오후의 시간(AM, PM), 4가지 직물(FAB)이 미치는 영향을 SAS Package에 있는 General Linear Model Procedure에 의해서

Table 4. CLM for the effect of BLK, AMPM and fabrics on time taken to reach to 44% R.H. (K_2CO_3) by $CoCl_2$ method (Position : LD)

General Linear Models Procedure					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOCK	1	8.01173025	8.01173025	21.84	0.0034
AMPM	1	0.17347225	0.17347225	0.47	0.5174
BLOCK*AMPM (Error a)	1	0.56325025	0.56325025	1.54	0.2616
FABRIC	3	27.06044475	9.02014825	24.59	0.0009
Error b	6	2.20137350	0.36689558		
Tests of Hypotheses using the Type III MS for BLOCK*AMPM as an error term					
AMPM	1	0.17347225	0.17347225	0.31	0.6775
BLOCK	1	8.01173025	8.01173025	14.22	0.1650

통계처리 하였다.

먼저 피험자간의 차이 검증 결과를 살펴보면, 직물 외면에서의 색 변화를 의미하는 RD의 위치에서, 상대습도(44% RH)에 해당하는 포화염상의 색까지 도달하는데 걸리는 시간(약 10분 이내)에 피험자간에 유의적인 차이가 있음이 인정되었다. 직물 내면에서의 색 변화인 LU와 LD의 위치에서는, 피험자가 동적 수분 전달 속도에 미치는 효과가 실험중반이후인 실험후 20분 내외에서(NaCl 용액상의 표준포의 색) 유의차가 인정되었다($\alpha=0.05$).

오전 오후의 차이는 RD의 위치에서 K_2CO_3 용액상(44% RH)까지 도달하는 시간과, NaCl용액상(75% RH)에 도달하는 시간에 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의하게 영향을 미쳤고, LD의 위치에서는 NaCl용액상(75% R.H)에 도달하는 시간에 $\alpha=0.1$ 수준에서 영향을 미쳤다.

직물간의 차이는 내면에서는 수분전달의 초반부에서 유의차가 있었는데 CrO_3 용액상에서 보다는($\alpha=0.1$, LU, LD) 수분전달 개시후 5~10분 내외인 K_2CO_3 용액상에서 더욱 큰 차이를 보였다<표 4>($\alpha=0.001$, LD). $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ (52% RH)이후에는 직물간의 유의차가 없었다. 이 결과는 $CaCl_2$ 상에서 건조시킨 sample을 습윤 환경(ex : 땀에 젖은 피부 모형)에 노출시켰을 때 노출 직후에서 보다는 5~10분을 전후하여 측정했을 때 더 큰 차이를 감별할 수 있었던 선행연구와도 일치한다^{1~3,8)}. 직물의 내면 중에서도 특히 LD type이 LU type보다 유의차가 잘 나타났다. LD의 위치란 [그림 3]에서 보듯이 실험용

의복이 뚜껑처럼 덮여 있는 가운데 지시포가 뚜껑쪽에 붙어있지 않고 구멍이 뚫린 실험용의복에 붙어있는 것으로 뚜껑쪽에 지시포가 부착되어 있는 LU보다 관찰시에 지시포자체를 움직일 필요가 없어서 직물의 색 관찰시에 유리함을 알 수 있었고, 따라서 섬유와의 차이를 구별할 때에도 LD위치에서 측정하는 것이 좋은 방법임을 알 수 있었다. 직물의 겉면에서는 (RD) 수분전달의 후반부(NaCl 용액상)에 의복 밖으로 모두 통과해 나오는 수분 전달 시간에서 차이를 보였는데 $\alpha=0.005$ 수준에서 직물간의 유의한 차이를 보였 다<표 5>.

네가지 직물간의 유의차를 LSD에 의해 알아본 결과 직물의 내면에서는 K_2CO_3 단계에서, LD의 위치에서 Nylon, 면, UWF는 같고 PCF가 단독으로 위의 세 직물보다 유의하게 수분전달이 빠름을 알 수 있다<표 6>. 이 결과는 같은 실험 디자인으로 Clothing Hygrometer를 이용하여³⁾ 측정했을 때 COT-UWF-PCF 순으로 나온 결과와 일치 하였다. 한편 염화코발트법을 이용하여 skin model에서 직물 겉면에서의 수분전달 현상만을 관찰하고 직물 내면에서의 수분 전달을 측정할 수 없었던 선행 연구에서^{1,2)} PCF가 면과 같은 동적 수분 전달 현상을 직물 겉면에서 보여준 것으로 미루어 직물내부에서도 면과 같은 수분전달현상을 가질 것으로 예측하기 쉬운데 이러한 예측에는 오류가 있음을 본 실험과 Clothing Hygrometer 실험³⁾으로 알 수 있었다.

직물의 겉면까지 침투되어 오는 시간에 대한 섬유별의 순서의 유의차를 검증해보는 RD에서의 LSD 분

Table 5. GLM for the effect of BLK, AMPM and fabrics on time taken to reach to 75% R. H. (NaCl) by CoCl₂ Method (Position : RD)

General Linear Models Procedure					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOCK	1	0.365118	0.365118	0.02	0.8927
AMPM	1	96.358764	96.358764	5.23	0.0622
BLOCK*AMPM (Error a)	1	0.418933	0.418933	0.02	0.8851
FABRIC	3	934.993551	311.664517	16.91	0.0025
Error b	6	110.5629379	18.4271563		
Tests of Hypotheses using the Type III MS for BLOCK*AMPM as an error term					
AMPM	1	96.35876406	96.35876406	230.01	0.0419
BLOCK	1	0.36511806	0.36511806	0.87	0.5219

Table 6. LSD of means of time taken to reach 44% R.H. (K₂CO₃) by CoCl₂ method (Position; LD)

T Grouping	Mean (min.)	N	FABRIC
A	7.062	4	2
A	6.478	4	1
A	6.062	4	4
B	3.644	4	3

Means with the same letter are not significantly different.

1 : cotton fabric 2 : nylon fabric
3 : pu coated fabri 4 : Ultradense woven fabric

Table 7. LSD of means of time taken to reach 75% R.H. (NaCl) by CoCl₂ method (Position : RD)

T Grouping	Mean	N	FABRIC
A	50.270	4	3
B	39.374	4	4
C	33.977	4	1
C	29.894	4	2

석 결과 초기 단계인 CrO₃ 염 용액상의 색까지 도달할 때 걸리는 시간에는 Nylon, UWF, 면이 같은 group에 속했는데 평균값으로 보면 Nylon이 1.436분으로 가장 느렸고 그 다음이 UMF, 면 순서로 빨랐으며 PCF는 초기 단계에서는 평균값이 제일 작은

것으로 순간적으로 물을 이동 시킬 수 있는 능력이 있음을 보여주었다($\alpha=0.05$). 그러나, 시간이 지남에 따라 이 경향이 바뀌어져서 K₂CO₃나 Na₂Cr₂O₇·2H₂O에서는 비록 $\alpha=0.05$ 에서 유의차는 없으나 면이 가장 빨리 외부로 수분을 전달 하고 있는 경향을 보였으며, NaCl의 단계에서는 <표 7> $\alpha=0.05$ 수준에서 PCF가 가장 늦게 수분을 직물 외부로 보냈고, 뒤이어 UWF, COT, Nylon의 순으로 시간이 빨라졌다. 즉, 실험 후반기에는 COT과 Nylon은 빨리 수분을 투습 하는 섬유쪽에 있는데 통계상으로는 같은 Group에 속해 있고, polyurethane coating된 투습 방수용 직물은 수분이 빨리 나간 초기와 달리 실험 후반기에서는 통계적으로 유의하게 가장 느렸다.

Skin model에서 염화 코발트 법으로 실험한 선행 연구에서^{1,2)} 의복을 통한 수분 전달을 측정하는 경우는 RD에서의 위치에서 처럼 의복의 겉면에 CoCl₂ 용액에 침지한 지시포를 덧대고 색 변화를 관찰하는 Double Layer법이 의복착용상태에서의 동적 수분 전달에 적합하리라 예측 했었으나 Double Layer 방법보다 의복자체를 부분적으로 세면만을 잘라내어 뚜껑식으로 닫는 것(LD type)이 좋았다. 이는 Double Layer type은 직물의 외면까지 통과해 나온 상태에서의 현상으로 직물의 내면 까지 유추할 수 없고, 쾌적감과 상관관계가 높은것은 직물의 내면에서의 수분 전달 현상이기 때문이며, 소형 향온 함습 chamber내에서의 Double Layer 실험^{1,2)}때와는 달리, 본 실험에서 사용한 대형 향온함습실에서는 소형 향온 함습 chamber보다 외부환경의 통제가 어려우므로, LD

type은 외부로부터의 영향을 덜 받고, 의복자체의 영향을 보다 잘 반영해 주었기 때문이다. 한가지 주의할점은 LD의 위치에서 지시포를 사용할 경우 내의와 spacer로 지시포가 직접 피부에 닿지 않도록 해야 한다. 이는 지시포가 액상의 땀에 젖지 않도록 하려는 목적과 CoCl_2 시약에 대한 인체의 안정성 문제 때문으로 본 실험에서와 같이 CoCl_2 지시포는 의외용 의복에서의 수분 전달 현상에 사용해야 한다. 피부에 직접닿는 내의에 대한 의복은 마네킹이나 skin model위에서 염화 코발트법을 이용해야 할 것이다.

IV. 요약 및 결론

인체가 의복을 착용한 상태에서 운동이나 주위환경의 영향으로 분비된 땀으로 인한 의복기후의 변화를 동적인 상태에서 측정하는 방법으로 선행 연구에서 직물 자체에 적용 했던 염화 코발트 법(Cobaltous Chloride method)을 인체 실험에 맞게 개선한 결과는 다음과 같다.

1) 의복용 직물의 동적 수분 전달의 차이를 가장 잘 나타내 주는 위치는 직물 내면을 관찰하는 LD type이며 시간상으로는 실험개시후 약 5~10분이 지난 시기이었다. 즉, 초기조건을 CaCl_2 위에서 완전히 건조 시킨 후 실험하는 Cobaltous Chloride법에서는 44% R.H. (K_2CO_3)에 도달하는데 걸리는 시간에서 직물간의 유의차가 컸고, 52% R.H. ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)이후에는 이미 유의차가 없어져 갔다.

2) Cobaltous Chloride method에서 지시포가 땀에 젖지 않도록 인체의 편평한 등부위에 Spacer를 대고 피부와 의복사이의 공간을 일정하게 유지하는 것이 일관성 있는 결과를 가져오며, 지시포를 완전히 건조시켜 실험을 시작하는 것이 직물간의 차이를 확대하여 알 수 있는 방법이 된다.

3) 인체 실험시 인체를 하나의 BLOCK으로 처리하여 통계처리 하거나 하나의 변인으로 선정해야 측정 하고자 하는 변인을 더욱 잘 연구할 수 있다. 인체간의 땀의 생리에대한 차이는 실험 시간이 지남에 따라(약 20분 이후)유의하게 나타났다. 즉, 초기실험 조건으로 피부를 땀으로 덮이도록 조절하는 것은 땀의 발현 시기가 개인에 따라 다르더라도 운동 시간을 조정함으로써 일정하게 할 수 있으나 운동후 휴식

시간에는 개인에따라 발한양이나 발한의 지속시간에 차이가 있으므로 이를 고려하여 통계적으로 인체를 Block으로 처리해주어야 할 필요성이 있었다.

4) 새로운 투습 방수 소재중 폴리우레탄 코팅형 직물(PCF)은 직물의 내부에서의 수분의 증가가 빨라서 쾌적감에 불리함이 나타났고, 극세 폴리에스테르로 된 초고밀도 직물(UWF)은 면과 비슷하게 쾌적하게 나타났다. 직물의 외부로 통과해 나오는 수분의 양은 PCF가 초기에는 약간 빠른 현상을 보였으나 곧 이어 PCF가 반대로 가장 느리게 외부로 수분을 전달하였다.

결론적으로 CoCl_2 표준 지시포를 사용하여 인체 착용 실험을 실시한다면 이는 의복착용상태에서 동적 수분의 전달상태를 손쉽게 파악하는 screening test로서 무리가 없다. 그 결과, 새로운 직물을 개발했을 때도 직물상태의 실험에서 한걸음 더 나아가 인체 실험을 손쉽게 수행함으로써, 쾌적감에 대한 예측력을 높일 수 있다. 예를 들면, 투습방수포로 나온 신소재 직물중 PCF형은 실험실 bench위에서는 수증기가 통과하여 쾌적할 것 같으나, 의복화 하여 착용한 상태에서는 그 원포인 nylon보다 의복내면에서의 수분 증가가 빨라 쾌적감에 불리함이 본 실험으로 확인되었다. 같은 투습방수포중 UWF형은 의복 내면에서의 수분 증가가 느려 방수 기능을 나타내면서도 비교적 쾌적할 것이라는 결과가 나왔다. 이와같이, Cobaltous Chloride를 이용하여 의복이 수분전달에 미치는 영향을 최대한으로 검증하기 위해서는 위에서 서술한 바대로 실험 통계적 디자인, 의복 sensor의 준비 상태 및 측정방법에 유의하여 실험결과에 미치는 제 요인들을 통제하여야 할 것이다. 그리하여 skin model 위에서 연구된 직물의 수분 전달 현상이 인체가 착용한 의복상태에서는 어떠한 효과로 나타나는가를 조직적으로 파악한다면 인체의 생리 상태 및 종합적인 쾌적감의 평가시 그 원인 분석에 도움을 줄 수 있을 것이다.

후기: 본 연구는 문교부 학술진흥재단 자유공모 과제 연구 지원에 의해 이루어진것으로 감사의 뜻을 전합니다.

참 고 문 헌

1. 김은숙, Cobaltous Chloride Method를 이용한 직

- 물의 수분전달에 대한 연구, 충남대학교 석사학위 논문, 1987.
2. 홍경희, 김은숙, Cobaltous Chloride Method를 이용한 직물의 수분전달에 대한 연구, 한국의류학회지 제13권 제 4 호(인쇄중), 1989.
 3. 홍경희, 선옥주, Clothing Hygrometer를 이용한 직물의 수분전달에 대한 연구, 한국섬유공학학회지, Vol. 27, No. 2
 4. 홍경희, 인체 착용시 의복의 수분 전달 성능 평가 방법에 관한 연구, 1988 한국 학술 진흥 재단 자유공모 과제 보고서, 1989. 5
 5. Berglund, L.G. and D.J., Cunningham, Parameters of Human Discomfort in Warm Environment, *ASHRAE Trans.*, **92**, 732-746, 1986. 2B
 6. Gwosdow, A.R., S.J.C. Stevens, L.G. Berglund and J.A.J. Stolwijk, Skin Friction and Fabric Sensations in Neutral and Warm Environments, *Text. Res. J.*, **56**, 574-580, 1986
 7. N.R.S. Hollis, A.G. Custer., C.J. Morin and M.E. Howard, A Human Perception Analysis Approach to Clothing Comfort", *Text. Res. J.*, **49**, 557-564, 1979.
 8. K. Hong, S.M. Spivak, and N.R.S. Hollies, Dynamic Moisture Vapor Transfer through Textiles, Pt. 1. Clothing Hygrometry and the influence of fiber type, *Text. Res. J.*, **58**, 697-706. 1988.
 9. J.O. Kim, "Surface Temperature and Moisture Transfer through Fabric and Porous Film Assemblies", Ph.D. dissertation, Univ. of Maryland, 1987.
 10. D.M. Scheurell, S.M. Spivak and N.R.S. Hollies, "Dynamic Surface Wetness of Fabric in relation to Clothing Comfort", *Text. Res. J.*, **55**, 394-398, 1985.