

성인여성의 피부온감수성의 부위차에 대해서

Distribution of Warm Sensitivity over Woman Skin

이 옥 자
계명대학교 의류학과

Lee, Uk Ja
Dept. of Clothing and Textile, Keimyung Univ.

Abstract

Distribution of warm sensitivity over woman skin was investigated using Thurstone's paired comparisons method on 10 healthy female students. An iron probe 20mm in diameter and 108mm in length was used for the simulator, the temperature of which was adjusted at $40 \pm 0.5^\circ\text{C}$ in a warm water bath. Twenty-two parts on the left side of the body were examined.

Warm sensitivity was significantly different among the body segments, that is, higher on the face and trunk and lower on the upper and lower extremities. The correlation coefficients between warm sensitivity and the warm spots were significant on posterior.

I. 서론

피복은 인간이 착장하므로써 착용쾌적감이 평가된다. 쾌적감형성에는 온열환경 및 의복소재의 외부형성요인을 비롯하여 인체생리적 요인등 여러 측면의 요인이 관여하고 있지만, 무엇보다 외부온열자극에 대한 피부감각의 반응에 의해 크게 영향을 받는다.

피부의 온도감수성에 대한 연구는, 생리학분야에서 발한반응등을 지표로 하여 부위차가 논의된 이래^{1,2,3,4)} 부위차에 기여하는 한요인으로 인체피부표면의 온·냉점분포밀도의 연구^{5,6,7,8,9)}가 있으며, 또한 착의에 따른 생리 및 온열반응에 관한 연구^{10,11,12)}가 이루어지고 있다. 피복분야에서는 특수환경뿐만 아니라 기능복설계를 목적으로, 무엇보다 쾌적한 의복환경설정을 우선과제^{13,14,15,16)}로 하고 있다. 이와 같이 쾌적한 의복설계를 위해서는 피부의 가온부하에 따른 온감수성의 부위차를 검토해야만 한

다. Shvartz^{13,15)}등과 Shitzer¹⁴⁾등은 특수냉각복과 우주복 연구에서 머리와 목부분의 냉각효과가 가장 효율적인 것으로 제시하고 있다. Hanada¹¹⁾등과 丸山¹²⁾등의 연구에서도 착의에 따른 불균일한 온열자극이 인체에 미치는 영향 및 쾌적감은 다른 것으로 나타났다. 그러나 이상의 다수연구에 있어서, 측정방법 및 대상 부위가 다르며 또한 부위수 및 측정사례가 적기 때문에 그 결과가 반드시 일치한다고는 할 수 없다.

이에 본연구는 성인여성을 대상으로 신체전신에 걸친 온감수성을 측정하고, 또한 이에 기여하는 요인으로써 온점밀도분포와의 관련성을 고찰하므로써, 피부의 국소별 온감수성의 반응특성을 밝혀서 쾌적한 의복설계의 기초자료로 제시하고자 한다.

* 본 연구는 계명대학교 '95 비사연구비에 의해 수행된 과제임.

II. 실험 방법

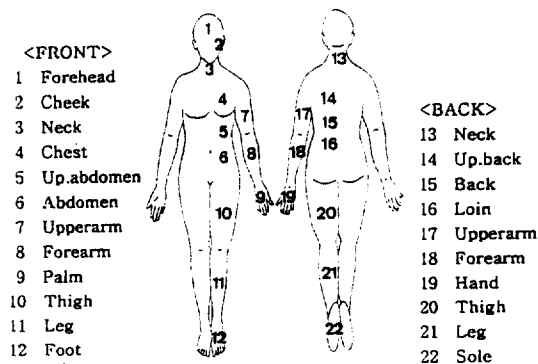
1. 온감수성의 평가

온감수성 평가에는 Thurstone의 일대비교법^{17,18)}에 의한 관능검사를 실시하였다. 즉 온 자극 부하에는 2개의 철제 probe($40 \pm 0.5^\circ\text{C}$, $\phi:20\text{mm}$)를 사용하여 비교측정하고자 하는 2점의 피부면에 3초간 동시접촉시켜, 2점중 보다 온감이 강한 부위를 선택하게 하였다 (scale; 강한 부위는1, 약한 부위는0). 자극부하 순서는 랜덤하게 하였으며 측정간격은 30초이다.

이상의 조건은, 피부온도수용기의 선행연구^{19,20,21,22)}와 예비실험에 기초하여 설정하였다. 접촉부하온도(40°C , 3초)는 인체의 온수용기를 활동시키지만 발한은 동반하지 않는 비체온조절범위이며, 자극간격(30초)은 온자극에 대한 순응 및 후감각영향이 미치지 않는 것으로 예비실험결과 확인되었다. 즉 온자극 probe 접촉중과 제거후의 해당피부온 변화율 실측한 결과, probe 제거후 평균 약 12초만에 피부온이 원상회복되었다.

2. 측정부위

측정부위는 신체의 앞면12점(이마, 뺨, 목, 가슴, 상복부, 하복부, 상완, 전완, 손바닥, 대퇴, 하퇴, 발등), 뒷면10점(목, 어깨, 등, 허리, 상완, 전완, 손등, 대퇴, 하퇴, 발바닥)으로 합



<Fig. 1> Warm sensitivity measuring points

계 22점이다. 측정위치는 원칙적으로 왼쪽으로 하였으며, 이마와 목은 신체 중심선상으로 하였<Fig. 1>.

국소피부온은 각측정점의 1cm 옆에 센서를 부착하여, Thermistor 집록장치(宝工業株式會社, HK 710형)를 사용하여 1분 간격으로 30회 측정하였다.

3. 실험조건

피험자는 21~22세의 건강한 성인여성 10명 <Table 1>으로, 실험중에는 브래지어와 팬티만을 착용한 후 제어된 인공기후실에 입실하여 30분간 안정을 취한 뒤 측정하였다. 측정자세 및 순서는 먼저 누운자세에서 앞면의 일대비교(66조합/측정시간 35분)를 하였으며, 앉은자세에서 10분간 휴식한뒤,이어서 엎드린 자세로 뒷면의 일대비교(45조합/측정시간 25분)를 하였다. 이에 대한 온감각평가의 결과에 대해서는 前·後面별로 평균치의 차의 검정과 Thurstone방법에 기초한 거리척도구성¹⁸⁾을 행하였다.

인공기후실은 환경온도 $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 습도 $50 \pm 10\%RH$, 기류 0.2m/sec 이하의 조건으로 설정하였으며, 계절은 봄(3~4월), 시각은 일내변동의 영향을 고려하여 오후 1~5시 사이로 통일하였다.

<Table 1> Physical characteristics of subjects

Subject	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	B.S.A.* (m ²)
A	22	158	56.5	1.58
B	21	160	50.0	1.51
C	21	152	38.9	1.31
D	21	146	54.5	1.47
E	21	158	53.2	1.54
F	21	155	46.1	1.43
G	21	157	48.8	1.48
H	21	161	66.1	1.71
I	21	163	50.9	1.55
Mean	21	157	51.3	1.50
S.D.	0.30	4.63	6.81	0.10

*Body surface area = weight^{0.425} × height^{0.725} × 72.46

III. 결과 및 고찰

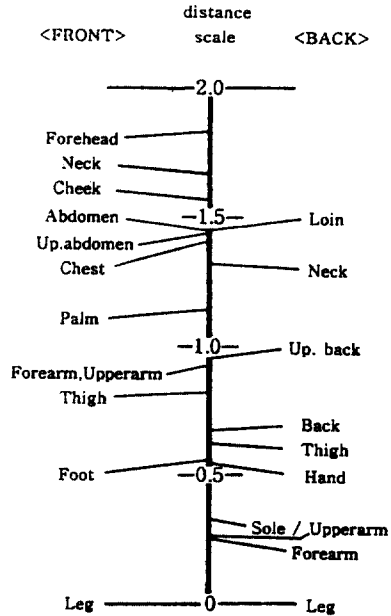
1. 온감수성의 평균적 부위차

<Table 2>에는 각부위에 대한 온감수성의 측정결과와 이를 바탕으로 거리척도구성<Fig. 2>을 제시하였다.

<Table 2> Regional warm sensitivities on the human skin surface

Sites	Mean	S.D.	Distance scale
FRONT			
1 Forehead	8.4	2.11	1.83
2 Cheek	7.5	2.25	1.56
3 Neck	7.8	2.44	1.66
4 Chest	6.8	1.25	1.41
5 Up.abdomen	5.4	2.11	1.45
6 Abdomen	7.0	2.14	1.46
7 Upperarm	4.8	1.66	0.93
8 Forearm	4.7	2.41	0.93
9 Palm	5.5	2.58	1.13
10 Thigh	4.3	2.06	0.82
11 Leg	0.9	1.14	0
12 Foot	3.1	3.47	0.55
BACK			
13 Neck	6.9	2.85	1.32
14 Up. back	5.9	1.79	0.96
15 Back	4.7	2.19	0.67
16 Loin	7.2	0.9	1.46
17 Upperarm	3.2	1.52	0.26
18 Forearm	3.2	1.94	0.25
19 Hand	4.1	1.62	0.53
20 Thigh	4.3	2.15	0.61
21 Leg	2.3	1.54	0
22 Sole	3.5	2.78	0.32

앞면의 경우 신체중 가장 높은 감수성을 나타낸 부위는 이마이며, 각부위를 순위별로 살펴보면 목, 뺨, 하복부, 가슴, 손바닥, 상복부 이어서 상완, 전완, 대퇴로 이어지며 발등, 하퇴는 낮게 나타났다. 즉, 두경부(頭頸部)가 가장 민감한 부위이며 다음으로 체간부, 상지부 순으로 크게 체절구분이 이루어지나, 손바닥의 경우 체간부에 상당하는 부위특성이 나타난다.



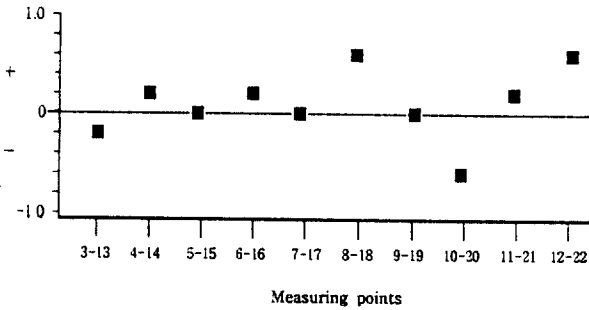
<Fig. 2> Distance scale of regional warm sensitivities

하지부는 가장 둔감한 부위로서 그 차가 명확하다.

뒷면에 있어서는 허리와 목의 온감수성이 현저하게 높으며 이어서 어깨, 등, 대퇴, 손등, 발바닥, 상완, 전완, 하퇴의 순위이다. 여기서 허리부위의 온감수성이 뛰어난 결과는, 한냉기 온하에서 가온을 위하여 허리부분에 우선적으로 가온하는 일상행동과 일치하므로 허리는 효과적인 가온부위임을 입증한다. 이와 같이 체간부의 온감수성은 사지부보다 높게 나타났으나, 사지부에 있어서는 상지와 하지와의 구분이 명확하지 않다.

여기서 얼굴부위를 제외한 신체전후를 비교해보면, 목과 체간부의 온감수성이 사지부보다 높게 나타난 것은 일치하나 상지와 하지의 결과는 일치하지 않는다. 그러나 체절내에서의 국소별 순위비교에서, 체간부의 경우 하복부-허리, 가슴-어깨, 상복부-등의 순으로, 상지부에서는 손, 상완, 전완으로 하지부에서는 대퇴, 발, 하퇴의 순위로 앞뒷면 같은 경향인 것을 알 수 있다.

<Fig. 3>은 앞뒷면 대응관계에 있는 부위(목, 가슴-어깨, 상복부-등, 하복부-허리, 상완,



<Fig. 3> Comparison of regional warm sensitivities between front and back

전완, 손, 대퇴, 하퇴, 발)의 前後差특성을 파악하기 위하여 일대비교한 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 온자극에 대하여 가슴, 하복부, 전완, 하퇴, 발부위는 앞면의 온감수성이 높게, 목과 대퇴는 뒷면이 보다 민감한 부위로 나타났다. 상복부-등, 상완, 손의 경우는 전후차가 보이지 않는다.

<Table 3>에서는 온감수성에 부위차가 있는가를 검토하기 위하여, 평균치에 의한 부위간의 차를 검정하였다. 앞면의 경우, 두경부와 흉부는 복부와 사지부간에 유의한 차를 나타내며, 하퇴는 모든 부위간에 $p < 0.01$ 수준에서 유의차가 나타났다. 뒷면에서는 허리와 목이 사지부와 유의한 차를 나타내었다. 전후면 모두 전체적으로 인접부위간에는 유의차가 보이지

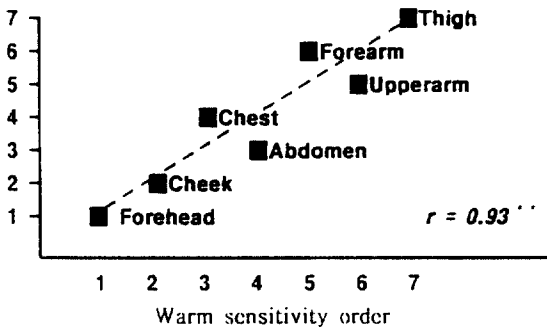
<Table 3> Significant difference between regional warm sensitivities

FRONT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Forehead											
2 Cheek	0.92										
3 Neck	0.59	-0.29									
4 Chest	2.13	0.92	1.21								
5 Up.abdomen	3.18*	2.16	2.35*	1.74							
6 Abdomen	1.47	0.51	0.78	-0.32	-1.68						
7 Upperarm	4.30**	3.11*	3.27**	3.04*	0.77	2.62*					
8 Forearm	3.65**	2.69*	2.86*	2.39*	0.69	2.25	0.05				
9 Palm	2.75*	1.85	2.05	1.38	-0.09	1.41	-0.77	-0.72			
10 Thigh	4.45**	3.37**	3.51**	3.28**	1.23	2.92*	0.60	0.45	1.20		
11 Leg	9.96**	8.34**	8.16**	11.02**	6.00**	8.00**	6.12**	4.57**	5.21**	4.56**	
12 Foot	4.13**	3.37**	3.50**	3.13*	1.79	3.02*	1.36	1.20	1.76	0.90	-1.95
BACK	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
13 Neck											
14 Up. back	0.94										
15 Back	1.89	1.28									
16 Loin	-0.32	-2.05	-3.27**								
17 Upperarm	3.63**	3.64**	1.84	7.18**							
18 Forearm	3.35**	3.18*	1.62	5.85**	-0.06						
19 Hand	2.65*	2.29*	0.70	5.20**	-1.35	-1.12					
20 Thigh	2.26*	1.75	0.41	3.87**	-1.38	-1.20	-0.23				
21 Leg	4.50**	4.83**	2.89*	8.71**	1.32	1.21	2.62*	2.46*			
22 Sole	2.70*	2.30*	1.12	4.01**	-0.30	-0.23	0.64	0.77	-1.19		

* $p < 0.05$: statistically significant at 5% level ; ** $p < 0.01$: statistically significant at 1% level

지 않으나, 앞면의 경우 전체조합중 32부위간(49%), 뒷면의 경우는 21부위간(47%)에 유의차가 있음을 알 수 있다.

한편 본연구는 의복착용이라는 관점에서 피부접촉에 의한 온도자극을 시행하였으나, 피부접촉에 의한 압력부하가 온도감수성에 미치는 영향¹⁹⁾은 어떠한지 살펴보고자 한다. 이에 온자극부하시 비접촉에 의한 Stevens의 온감수성 결과²³⁾와의 순위별 상관관계<Fig. 4>를 고찰하였다. 결과, 자극방법은 다르나 온감수성이 두경부, 체간부, 상지부, 하지부의 순위로 양자간에 높은 상관성($r=0.93$, $p<0.01$)이 나타나 피부접촉시 압력에 의한 영향이 없음을 확인할 수 있다.



<Fig. 4> Order correlation between warm sensitivity estimated by the present study(y-axis) and those by Stevens(x-axis)

한편, 온자극에 대한 부위별반응을 발한반응으로 논술한 Nadel²⁴⁾의 결과를 보면 온감수성은 안면, 흉부, 대퇴, 복부, 하지의 순이다. 즉 동일량의 온자극에 대하여 대퇴의 발한량이 복부보다 많았기 때문에 온자극에는 대퇴가 복부보다 민감하다고 고찰하고 있다.

본 연구의 거리척도<Fig. 2>를 보면, 대퇴의 감수성이 하지하부보다는 체간부와 거리적으로 인접해 있는 것을 알 수 있으나, 발한반응만큼 민감하지 않다. 이는 반응척도의 차에서 오는 결과로 생각되어진다. 즉 본연구는 부위간의 상대척비교이며, Nadel은 부위의 발한량에 의한 절대비교이기 때문이다.

또한 본 연구는 자극부위와 반응부위가 동일하나, Nadel의 측정조건에서는 반응부위 5점에 대해 자극부위가 1점인 대퇴였다는 점, 즉

대퇴의 경우는 다른 반응부위에 비해 자극부위와의 거리가 가깝기 때문에 나타난 영향을 배제할 수 없는 문제점이 있다고 생각되어진다.

2. 부위별 냉감수성과의 비교

부위별 온감수성의 특성을 밝히기 위하여, 저자의 선행연구⁴⁾에서 얻어진 냉감수성과의 관계<Fig. 5>를 비교 고찰하고자한다.

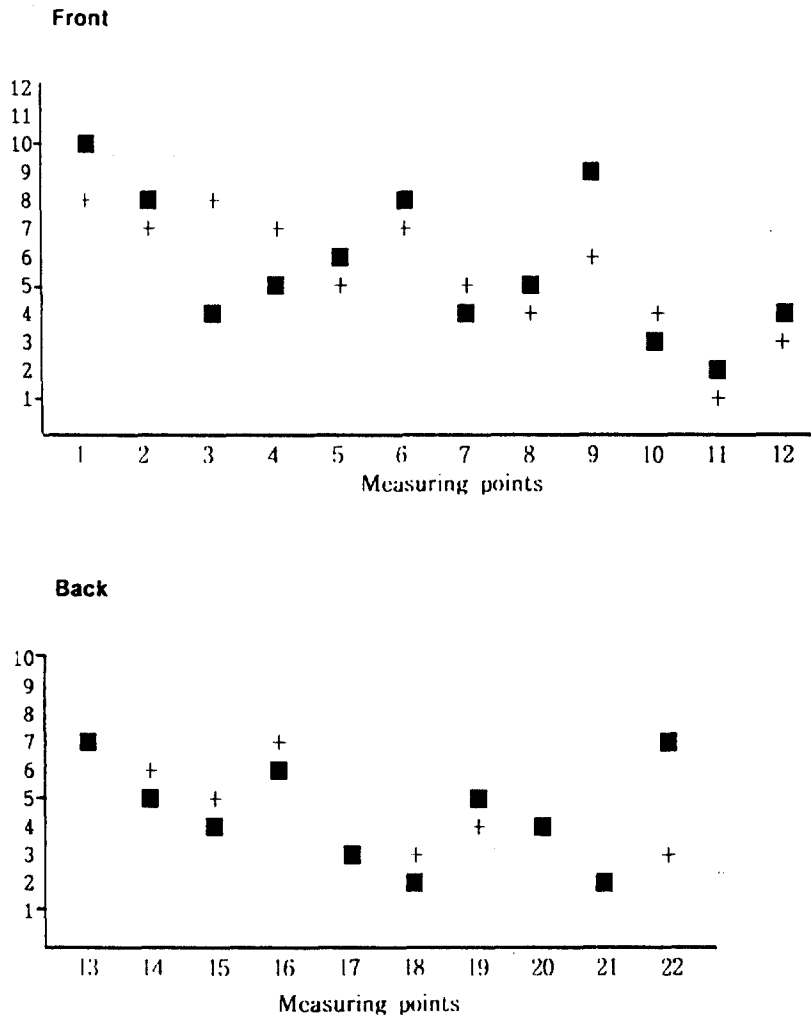
부위별 특성을 보면, 안면은 온·냉감수성이 모두 높은 부위이며 하퇴는 가장 둔감한 부위이다. 앞면의 경우 목, 가슴, 상완 및 대퇴는 온감수성이 강하나, 손바닥은 냉감수성이 특히 강하며 나머지 부위도 냉감수성이 강하게 나타났다. 뒷면의 경우는 전체적으로 온감수성이 높게 나타났으나 허리부위는 온감수성이 특히 높으며, 발바닥은 냉감수성이 높게 나타나 냉자극에 대한 손발의 특이성이 보인다. 그러나 온감수성의 경우, 손발의 특이성은 인정되지 않는다.

이러한 결과는 온감수성과 냉감수성이 국소해부학적으로 2개의 독립된 시스템으로서 작동하고 있다는 이론²⁵⁾을 지지하며, 또한 자극부위와 부하면적, 자극량이 동일하다 해도 자극종류에 따라 반응결과가 다르다는 것이 입증된다.

그러므로 쾌적한 의복환경조성에 있어서는 목적, 즉 가온 또는 가냉에 따라 부위의 특성을 고려해야 함을 시사하고 있다. 즉, 일상 노출부위인 두부나 사지부는 외기의 변화에 대응해서 피부표면으로 부터의 체열방산을 적의로 조절하는 일종의 방열장치라고 추정할 수 있다. 인간의 항온체유지를 위해서는 체간부와 의복과의 관계가 보다 밀접하지만 이에 대하여 두부나 사지부의 노출면적을 가감하는 것이 의복의 기후조절상 한가지 요점이다. 즉 두부나 손발의 냉각효율성이 일컬어지며 가온을 위한 체간부의 겹쳐입기, 어깨 쇼울더걸기, 최후에 손발의 장착이나 모자착용 등 일상생활의 의복행동을 뒷받침한다.

3. 온감수성과 온점분포밀도와와의 관계

피부 온감각의 감수성에 부위차가 있다면, 그 부위차의 한 요인으로서 온각수용기 밀도



<Fig. 5> Comparison of regional sensitivities between warm(+) and cold(■)

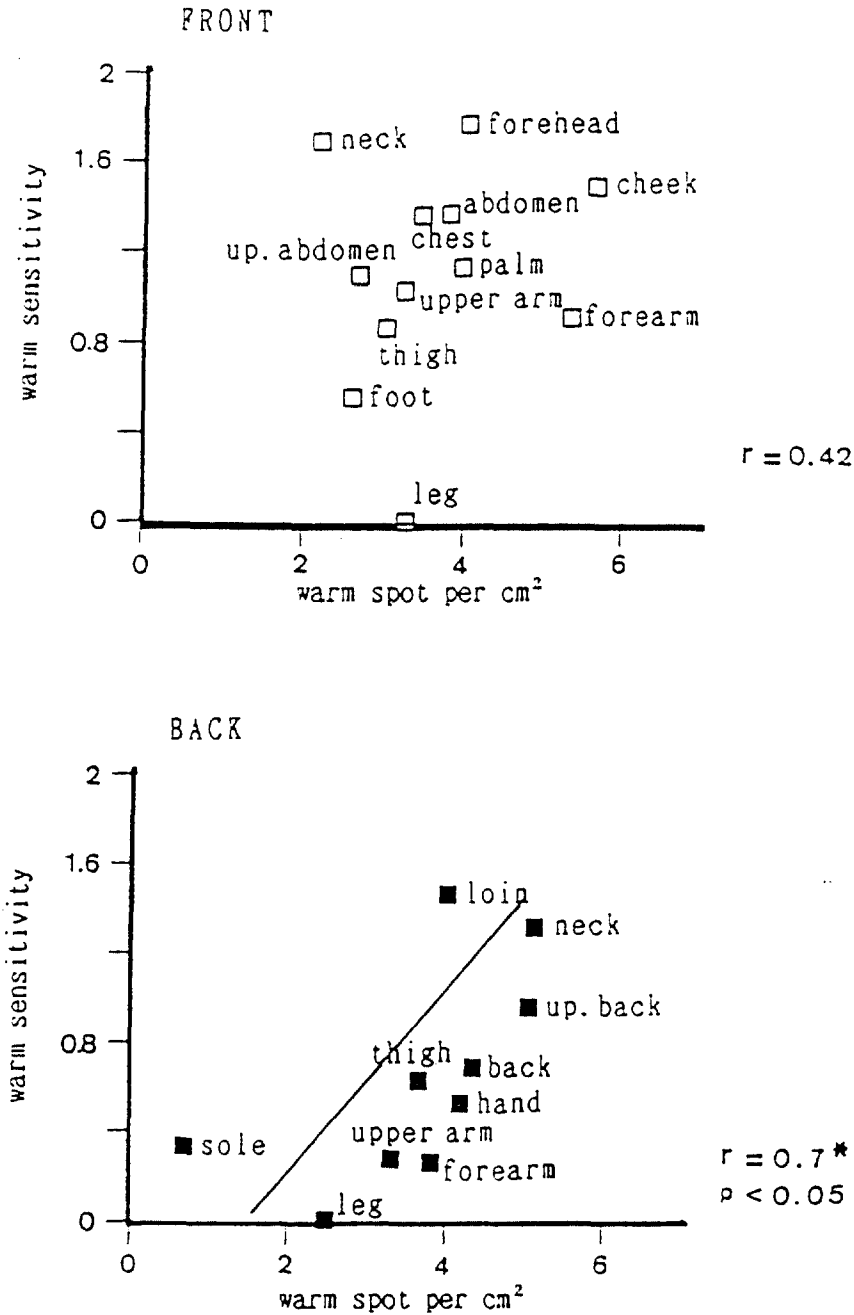
즉 온점분포밀도와와의 관계를 생각할 수 있다. 이에 저자의 선행연구⁹⁾에서 얻어진 인체부위의 온점분포밀도와와의 관계를 고찰하고자 한다. <Fig. 6>에 나타난 상관관계결과, 앞면에서는 $r=0.42$ 로 낮으며 유의차도 인정되지 않는 반면, 뒷면에서는 $r=0.70(p<0.05)$ 으로 상관성이 인정되었다.

이러한 결과는 냉감수성의 경우 냉점과의 상관성이 인정된 것과는 다르게, 온감수성의 경우 앞면에서 온점과의 상관성이 낮게 나타난 이유는 명확하지 않다. 다만 온점은 냉점에

비해서 분포밀도가 낮고⁵⁾ 측정시 온자극이 냉자극에 비해 반응강도가 약하므로²⁾, 측정위치의 약간의 어긋남에 따라 온점평가가 변동하기 쉽다는 것을 하나의 큰 원인으로 추정할 수 있다.

IV. 결론 및 요약

본 연구는 피복설계시 쾌적한 의복환경형성을 가능하게 하기 위한 필요조건으로서, 성인



<Fig. 6> Relationship between warm sensitivity and warm spot

여성을 피험자(10명)로 하여 부위별(전체22부위) 온자극의 일대비교(앞면 66조합, 뒷면 45조합)에 의한 피부의 온감수성 부위차를 검토하였다. 거리척도에 의한 부위간의 비교, 냉감수성, 온점분포밀도와와의 비교고찰에 의하여 얻

어진 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 온감수성의 강도는 크게 체질구분하여 두경부, 체간부, 사지부의 순위이며, 이마가 가장 높고 하퇴는 가장 낮은 부위로 나타났다. 앞면에서는 목과 하복부가 높으며, 뒷면에서는 특

히 허리의 강도가 크다. 앞뒷면 일대비교결과 가슴, 하복부, 전완, 하퇴, 발부위는 앞면의 온감수성이 높으며, 목과 대퇴는 뒷면이 보다 민감한 부위로, 상복부-등, 상완, 손의 경우는前後차가 보이지 않는다.

부위별 부위차검정결과, 앞면의 경우 32부위간(49%) 뒷면의 경우는 21부위간(47%)에 유의차가 있으나, 앞뒷면 모두 인접부위간에는 유의차가 나타나지 않았다.

2. 냉감수성과의 비교결과에 있어서, 안면은 냉자극에서도 가장 민감한 부위이며, 하퇴는 가장 둔감한 부위로 나타나 자극종류가 다르나 온감수성 결과와 일치한다. 그러나 목, 가슴 및 허리부위는 온감수성이 강하며, 손바닥과 발바닥은 냉감수성이 특히 강한 부위로 나타나 냉자극에 대한 손발의 특이성이 나타난다. 냉감수성은 보다 부위차가 명확한 반면, 온감수성은 사지부간의 차이도 명확하지 않다. 이는 온감수성과 냉감수성이 독립된 시스템으로 작동한다는 이론을 뒷받침한다. 그러므로 의복설계시 가온, 가냉의 목적에 따라 부위별 특성을 고려해야만 할 것이다.

3. 부위별 온점분포밀도와 상관은, 앞면의 경우 $r=0.42$ 로 낮게 나타나 상관성이 보이지 않는다, 이는 피부면의 온점분포밀도가 수치적으로 낮기 때문에 부위차가 없으며, 결과적으로 감수성과의 상관도 낮게 나타난 것으로 추정할 수 있다. 반면, 뒷면의 경우는 $r=0.70(p<0.05)$ 의 상관성이 나타나 온점분포가 온감수성에 영향을 미치는 한 요인으로써 인정된다.

참 고 문 헌

- Benjamin, F. B. (1953). Sweating response to local heat application. *J. Appl. Physiol.*, 5, 594.
- Stevens, J. C., & Stevens, S. S. (1960). Warm and Cold: Dynamics of sensory intensity. *J. Exper. Psychol.*, 60, 183-192.
- Stevens, J. C., & Marks, L. E. (1971). Spatial summation and the dynamics of warmth sensation. *Percept. Psychophys.*, 9, 391-398.
- 李 旭子, 田村照子(1995). ヒトの冷感受性の部位差について. *日本家政學會誌*, 46(11), 1081-1090.
- Zotterman, Y. (1953). Spacial senses: Thermal receptors. *Ann. Rev. Physiol.*, 15, 357-372.
- Hensel, H., Iggo, A., & Witt, I. (1960). A quantitative study of sensitivity cutaneous thermoreceptors with C afferent fibers. *J. Psychol.*, 153, 113-126.
- Hensel, H. (1981). *Thermoreception and Temperature Regulation*. London: Academic Press Inc.
- 李 旭子, 田村照子(1995). 人體表面の溫度点分布(第1報). *人間と生活環境*, 2(1), 30-36.
- 田村照子, 李 旭子(1995). 人體表面の溫度点分布(第2報). *人間と生活環境*, 2(1), 37-42.
- 三浦豊彦ら(1971). ドライアイス用いた簡易冷却用チョッキが高温環境下における勞作中の生理機能に及ぼす効果についての實驗的研究. *勞動科學*, 47(6), 309-338.
- Hanada, K. et al. (1982). The effect of unevenly distributed thermal stimulation the sensation of warmth and coolness. *Appl. Ergon.*, 13, 49-53.
- 丸山康子, 田村照子 (1989). 不均一溫熱刺激に對する皮膚溫溫冷感反應. *日生氣誌*, 26, 143-154.
- Shvartz, E. (1972). Efficiency and effectiveness of different water cooled suits-A review. *Aerosp. Med.*, 43(5), 488-491.
- Shitzer, A., Chato, J. C., & Hertig, B. A. (1973). Thermal protective garment using independent regional control of coolant temperature. *Aerosp. Med.*, 44(1), 49-59.
- Shvartz, E., Aldjem, M., Ben-Mordechai, J., & Shapiro, Y. (1974). Objective approach to a design of a whole body, water-cooled suit. *Aerosp. Med.*, 45(7), 711-715.

16. Watkins, S. M. (1984). *Clothing-The Portable Environment*. New York: Iowa State University Press.
17. 三浦 新, 和仁皓明, 吉村 功(1966). 工場における官能検査の進め方. 東京: 日本科學技術連合.
18. 石川欣造, 木下陸肥路, 小林茂雄, 中島利誠, 平栗 昇, 平山順之(1980). 消費科學のためのデータ處理法. 大阪: 日本纖維製品消費學會.
19. Heiser, F., & McNair, W. K. (1934). Stimulus-pressure and thermal sensation. *Amer. J. Psychol.*, 46, 580-589.
20. Heiser, F. (1937). Stimulus-duration and sensations of warmth. *Amer. J. Psychol.*, 49, 58-66.
21. Kenshalo, D. R. (1967). Spatial summation on the forehead, forearm and back produced by radiant and conducted heat. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 63(3), 510-515.
22. Astrand, P. O., & Rodalh, K. (1970). *Text book of work physiology*. New York: McGraw-Hill Book Company,
23. Stevens, J. C., Marks, L. E., & Simonson, D. C. (1974). Regional sensitivity and spatial summation in the warmth sense. *Physiol. Behav.*, 13, 825-836.
24. Nadel, E. R., Mitchell, J. W., & Stolwijk, J. A. J. (1973). Differential thermal sensitivity in the human skin. *Pflügers Arch.*, 340, 71-76.
25. Jenkins, W. L. (1941). Studies in thermal sensitivity: 17. The topographical and functional relations of warm and cold. *J. exptl. Psychol.*, 29, 511-516.