

연구논문

## 농작업화에 관한 연구

- 신발종류에 따른 열적·부담 비교연구 -

이경숙\*·최정화\*\*

농촌생활연구소 피복환경실·서울대학교 농가정학과

A study of Agricultural fatigue shoes

- A comparative study of heat load by shoe type -

Lee, Kyung-Suk·Choi, Jeong-Wha

Dept. of Clothing Environment, Rural Living Science Institute, Suwon, Korea·  
Dept. of Home Economics, Seoul National University, Suwon, Korea

**Abstract** : This study has intended to suggest fundamental data to develop and choose appropriate shoes for upland farming in order to prevent health deterioration of women workers and improve work effectiveness and reduce fatigue by wearing appropriate shoes. During 1995. 4. 28 - 5. 10, Fifty women workers in hot pepper farming were observed and major shoe types, which were rubber shoes, walking shoes, slippers, and rubber boots, were selected for the study. During 1995. 10. 9 - 31, two subjects were tested by wearing those shoes in the laboratory where the temperature was  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  and relative humidity  $50 \pm 5\% \text{RH}$ . And the temperature & humidity on sole and in the shoes, the rectal temperature, skin temperature, blood pressure, pulse, lactate concentration of blood, Flickers' value and subjective sensation were measured. The results were as follows :

1. 84% of women workers mentioned that they need shoes improvement and the order of most frequent shoe types to be worn was rubber shoes, walking shoes, slippers, rubber boots.
2. The rate of women who were unsatisfied with shoes for upland farming is 38 percentages. The reason of unsatisfaction was that feet were in a sweat and alien substances were let into shoes.
3. The temperature & humidity on sole were the lowest in rubber boots during experiment ( $p < 0.01$ ).
4. The relative humidity in the shoes was the highest in rubber boots by 90% and the lowest in walking shoes by 72% during rest. And the humidity in slippers and walking shoes were significantly low in experiment ( $p < 0.001$ ).
5. Rubber boots showed the highest rise in rectal temperature by  $0.2^\circ\text{C}$  showing increase of core temperature ( $p < 0.05$ ).
6. The mean skin temperature during experiment was highest in rubber boots by  $33.8^\circ\text{C}$  ( $p < 0.001$ ).

**Key words** : Shoes, Temperature in shoes, Humidity in shoes, Rectal temperature, Mean skin temperature

## I. 서론

피복은 신체를 보호하고 장식하며 사회생활에의 적응을 위해 신체를 감싸거나 신체의 일부에 걸쳐 있는 것을 총칭하므로 신발도 중요한 피복의 한 요소에 속한다. 이러한 피복의 목적중 가장 중요한 것은 기능적인 인체보호이며, 이를 위해서는 생리위생학적인 면이 중요시된다. 따라서 피복이 風雨, 한서의 기후변화 및 인체활동에 있어 생리기능을 손상시키지 않고 쾌적한 의복기후를 형성하여 피부를 보호하고 체온조절을 원활히 할 수 있어야 한다(이, 1993).

특히 물리적, 자연적 환경속에서 인간에게 가장 크게 영향을 미치는 것은 온열환경이며 이러한 온열환경은 인체의 생리기능중 특히 체온조절 기능에 영향을 미치게 된다. 인체는 서열환경이나 인체활동으로 인하여 체온이 상승되면 이를 저하시키기 위한 열방산을 일으키게 된다. 발은 불과 체표면적의 6~7%를 차지하나 열방산에 있어 매우 중요한 역할을 한다(Day, 1968). 따라서 발을 감싸는 신발에 따라 열방산 기전이 달라질 수 있다.

이에 대한 연구로 Kawabata 와 Tokura(1993)는 실험용 신발로 표준형 운동화와 매슈형 운동화를 선정하여 보행시와 휴식시 인체온열생리반응에 미치는 영향을 살펴본 결과, 매슈형 신발에서 보다 표준형 신발에서 직장온이 더 높게 유지되었다고 하였다. 이는 신발 감피 종류에 따라 인체의 온열생리에 영향을 미쳐 비록 신발간에 심부온 차이는 작더라도 발한이나, 전박혈류량, 전율 등의 자동 체온조절 기능의 신호로서 항체온에 중요한 의미를 갖는다고 하였다.

동연구자들(1993)은 구두의 굽높이(6cm, 2.5cm)에 따라 인체의 온열생리반응에 어떤영향을 미치는지를 연구하였는데 그 결과, 높은 굽을 신은 경우에는 교감신경계의 지배하에 있는 피부혈관수축이 낮은 굽보다 크기 때문에 피부온의 저하를 가져왔으며 이는 불감중실이나 발한을 억제하여 큰 열적부담과 순환계의 긴장을 갖게 된다고 하였다. 특히 사지부의 낮은 피부온은 열방산에 불리하며 결과적으로 신체내에 열을 축적하게 할 것

이라고 하였다.

또한 Kawabata 와 Tokura(1993)는 동일무게의 초리(草履)와 고무반장화가 인체 체온조절 반응과 의복기후에 미치는 영향을 검토하였는데 직장은, 발바닥(足底)과 발등(足背)의 피부온이 草履보다도 반장화 착용시 유의하게 높게 유지되었고, 피복기후에서 발바닥의 신발내 온습도는 草履보다도 반장화에 있어 유의하게 높다고 하였다. 이러한 결과들은 초리가 발에서 외부로의 증발이 효과적으로 일어나 열방산에 유리하게 작용하여 심부온과 심박수의 상승을 억제하였다고 했다.

최근의 이러한 신발관련 연구들은 발이 체내에 축적된 열방산에 효과적이며 신발의 재질 및 형태 등이 인체생리 및 체열방산에 많은 영향을 미친다고 보아 다양한 연구들이 수행되어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 농촌부녀자들이 발작업시 주로 착용하는 신발들중 건강을 해치지 않으며 피로경감과 작업능률을 향상시킬 수 있는 신발을 선정하여 착용할 수 있도록 하며 바람직한 발작업화를 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 현지실태조사

발농사중 가장 많은 부분을 차지하는 고추농사를 주작목으로 선정된 후 우리나라의 주된 고추재배지역인 전남(해남, 영광)과 충북(괴산, 음성)에서 노지고추재배 부녀자 50명을 조사대상으로 선정하였다. 또한 농촌부녀자들이 대다수 참여하는 정식과 수확작업 중 작업자세가 다양하고 작업자를 관찰하기 좋은 정식시기를 선택하여 조사기간을 1995. 4. 28 - 5. 10일까지로 정하였다. 조사방법은 조사표에 의한 관찰 및 면접조사를 실시하였으며 조사내용으로는 일반사항 및 작업장 환경, 작업화 착용실태, 착화시 불편사항 등이 포함되었으며 조사결과 및 분석은 SPSS/PC+를 이용하여 빈도 및 백분율을 구하였다.

2. 신발종류에 따른 열적부담 비교실험

2.1 실험방법

현지조사결과 농촌부녀자들이 주로 신는 작업화는 고무신, 운동화, 슬리퍼, 장화로 나타나 이들 신발 4종을 실험화로 선정하여 착용비교실험을 실시하였다.

실험에는 건강한 중년여성 2명이 피험자로서 참여하여 1995. 10. 9 - 31일에 걸쳐 실험을 실시하였으며, 실험실의 온습도 조건은  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\%$  RH로 조절하였다. 피험자는 식후 2시간이 경과된 후 준비된 속옷과 양말, 긴팔상의와 긴바지를 착용하고 피부온 및 직장온의 센서를 부착한 다음 신발을 착용하고 30분간 안정한 후 실험을 실시하였다. 실험시 작업동작은 발작업시 주로 많이 하는 쪼그리고 앉아서 이동하기, 구부리고 이동하기를 1시간 동안 10분 간격으로 반복하였다.

< 표 1 > 피험자의 신체적 특징

피험자	연령	키 (cm)	체중 (kg)	체표면적* (m <sup>2</sup> )
S1	51	162	69	1.75
S2	46	163	71	1.78

\* 高比良의 식을 이용하여 산출하였음  
 체표면적 = 체중<sup>0.425</sup> × 키<sup>0.725</sup> × 72.46

< 표 2 > 실험의복의 구성

종류	섬유조성 (%)	중량 (g)
긴팔티셔츠	면 100	212
긴 바지	면 60 폴리에스테르 40	479

< 표 3 > 실험 신발의 구성

종류	갑피재료	굽높이 (cm)*	중량 (g)
고무장화	고무	1.5	1,150
운동화	합성피혁	1.0	592
고무신	고무	0.6	414
슬리퍼	플라스틱	2.5	356

\* 굽높이 = 뒷굽높이 - 앞굽높이

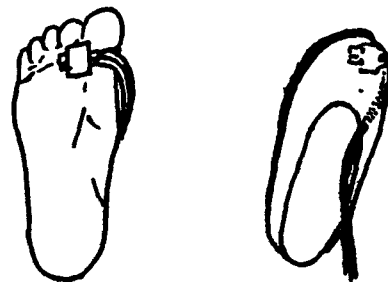
< 표 4 > 실험일정표

	안정	실험(10분간격으로 자세변환)					
	30분	앉	구	앉	구	앉	구
온습도 및 체온	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
혈압	*	*	*	*	*	*	*
주관적 감각	*	*	*	*	*	*	*
심박수	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
혈중 젖산 농도		*	*	*	*	*	*
프리카 값	*						*
발한량							*

2.2 측정항목

2.2.1 발바닥 및 신발내 온습도

발바닥 및 신발내 온습도는 Thermistor(日本 Ta-kara 社製, K923)의 온습도 센서를 이용하여 측정하였는데 발바닥의 온습도는 왼쪽 발바닥과 양말 사이의 미세기후로 제 1, 2중족골과 기절골사이의 밑에서, 신발내 온습도는 제 2기절골 위쪽에서 측정하였다.



< 그림 1 > 발바닥 및 신발내 온습도 측정위치

2.2.2 직장온 및 피부온

Thermistor를 이용하여 인체 6개 부위(이마, 흉부, 복부, 전완, 대퇴, 하퇴)의 피부온을 측정하였다. 평균피부온은 6점법으로 다음 식에 의하여 체표면적의 안분비율로 환산하여 계산하였으며, 직장은 직장온센서를 직장내에 11cm정도 삽입하여 측정하였다.

평균피부온(6점법) = (이마온 × 9.8) + (흉부온 ×

16.6)+(복부온×16.2)+(전완온×19.6)+(대퇴온×20.6))/100

2.2.3 총 발한량 및 국소발한량

총 발한량은 인체천평(독일 Sartorius 社製, 감도 10g)을 사용하여 작업전후의 체중감소량으로 측정하였으며, 국소발한량은 여과지법을 이용하여 12cm<sup>2</sup>의 여과지에 비닐을 덮고 사방을 테이프로 붙여 건감부와 대퇴, 족저부(발바닥)의 중족골 의측에 부착하여 측정하였다(그림.2). 작업전후의 여과지 무게차이는 화학천칭(스위스 Precisa 社製 40SM-200A, 감도0.0001g)으로 측정하였으며, 여기에 사용한 여과지는 100℃의 드라이 오븐에서 2시간 건조시켜 데시케이터에 보관하여 사용하였다.



< 그림 2 > 발바닥의 여과지 부착위치

2.2.4 혈압 및 심박수

전자혈압계(日本 National 社製)를 이용하여 수축기 및 이완기 혈압을 측정하였으며, 심박수는 Sports Tester(핀란드 Polar Electro OY社製, PE 3000)를 이용하여 1분간격으로 심박수를 측정하였다.

2.2.5 혈액중의 젖산농도

피험자의 오른손 가운데손가락을 알코올로 소독한 다음 타인기(打印器, Punch)로 손가락 끝부분에서 혈액을 채취하여 Capillary tube의 70%까지 유입시킨 후 젖산분석기(美 YSI社製, 1500 Sport L-Lactate Analyzer)를 이용하여 혈액중의 젖산농도를 측정하였다.

2.2.6 프리카值(Critical Flicker Fusion Frequency : CFF)

본 실험에서는 하강법을 이용하여 작업전후로 프리카值를 측정하였으며 피험자는 측정기기(日本 Yagami 社製, No. 1098)에 눈을 맞추고 측정을 시작하여 3~4초 간격으로 3개의 측정치를 얻어 평균값을 이용하였다.

2.2.7 주관적 감각

온열감 및 습윤감은 ASHRAE의 정신심리적 7등급 척도(Gagge, 1967)를 사용하였고, 쾌적감은 日本空調衛生工學會의 4단계 척도를 이용하여 점수화하였다.

2.3. 통계분석

신발종류에 따른 생리학적 변인들을 SAS 통계분석프로그램을 이용한 GLM분석을 실시하였고 유의한 항목에 대하여 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)를 이용하여 사후검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 현지실태조사 결과

1.1 일반사항

조사대상자 50명에 대한 일반사항을 살펴보면 연령은 50세 이상이 37명(74%)이었으며 영농경력은 20년 이상인 사람이 41명(82%), 주로 하는 농사일로는 밭농사가 36명(72%)으로 나타났다. 밭고랑의 바닥표면 상태에 대해서는 울퉁불퉁하고 좁다 고 응답한 사람이 29명이었으며 응답자 모두 고랑상태로 인한 이동 불편을 경험하였다. 또한 응답자의 42명(84%)이 신발 개선이 필요하다고 하였다.

농촌부녀자들이 일상생활중 가장 많이 착용하는 신발로는 고무신 > 앞막힌 슬리퍼 > 운동화 > 장화의 순으로 나타났으며 주된 착용이유로는 '막신고 일하기 좋다' > '발이 편하다' > '신고 벗기 쉽다' 로 나타났고(표 5) 착용시 불편사항으로는 '이물질 침투' > '땀이 찬다' > '잘 벗겨진다'의 순으로 나타났다(표 6).

< 표 5 > 착용빈도가 높은 신발과 선호이유 (복수응답)

선호이유	슬리퍼 (n=12)	장화 (n=3)	운동화 (n=9)	고무신 (n=23)	기타 (n=3)	계 (n=50)
값싸서 부담없음	2	-	4	8	-	14
신고 벗기 쉬움	7	-	3	12	2	22
발이 편함	6	2	6	16	2	33
막신고 일하기 좋음	6	3	7	20	1	37
씻어 말리기 쉬움	2	1	1	4	-	4
이물질이 침투안됨	1	2	1	2	-	6
기타	3	-	1	-	1	6

〈표 6〉 착용빈도가 높은 신발의 불편사항 (복수응답)

불편사항	슬리퍼	장화	운동화	고무신	기타	계
굽 이 높 음	1	-	-	-	-	1
볼 이 좁 음	2	-	-	1	-	3
땀 이 참	7	1	2	13	-	23
무 거 움	2	2	-	-	-	4
신고 벗기 곤란함	-	1	2	-	-	3
이물질이 침투됨	7	-	6	20	2	35
잘 벗겨 짐	2	-	1	8	-	11
뒷꿈치가 미끄러움	-	-	-	2	-	2
발 등 이 조 임	1	-	3	-	-	4
딱 딱 함	2	-	-	-	-	2

또한 신발을 신고 일할 경우 아픈 부위로는 '발바닥에 못이 박히고 아프다'고 응답한 사람이 29명(58%)으로 가장 많았고, 발목이 시큰거림(28%) 발·다리가 붓고 저림(20%)의 순으로 많았다. 이것은 주로 착용하는 고무신, 슬리퍼 등이 신발바닥이 얇고 쿠션이 거의 없으므로 이동시나 작업시 바닥으로부터 오는 충격이 바로 발바닥과 다리로 전해짐으로서 나타나는 현상으로 보여진다.

응답자중 신발로 인한 장애가 있다고 생각하는 사람은 23명(46%)으로 무좀 > 굳은살 > 티눈의 순이었다(표 7). 이 또한 신발의 재질이 수분흡수나 통기가 안되는 고무, 플라스틱이므로 인체활동시 발에서 나오는 땀을 흡수하거나 발산시키지 못하여 무좀이 많이 발생하는 것으로 보이며 굳은살이나 티눈도 신발바닥이 딱딱하기 때문에 나타난 것으로 여겨진다.

〈표 7〉 신발로 인한 장애 종류 (복수응답)

장애유형	발가락 및 발톱변형	티눈	굳은살	무좀	발이 갈라짐	계
빈도(명)	2	5	10	14	2	33

고추정식작업시 가장 많이 착용한 신발로는 고무신(52%) > 운동화(24%) > 슬리퍼(10%) > 장화(8%) 순으로 나타났으며 신발의 주재질은 고무, 플라스틱, 합성피혁이었고, 신발무게 및 굽높

이는 아래표와 같다(표 8). 또한 착용자 중 순수하게 밭작업용으로 신발을 구입한 경우는 20명(40%)으로 운동화와 고무신 착용자중에서 비교적 많았고 응답자중 24명(48%)이 집안일과 농작업시에 두루 사용하기 위해서 구입하였다고 하였다.

〈표 8〉 착용화의 조건

구분	응답자 구성비				
형태 (n)	슬리퍼 5	운동화류 12	장화 4	고무신 26	기타 3
재질 (n)	플라스틱 5	인조피혁 8	천 5	고무 30	기타 2
외형 (평균)	무게(g) 456	앞굽높이(cm) 0.7	뒷굽높이(cm) 1.34		

밭작업시 착용하는 신발을 불만족하게 여기는 사람은 19명(38%)으로 발에 땀이 차고 이물질이 들어가기 때문이라고 했다(표 9). 착용화가 '밭작업에 적당하다'고 응답한 사람은 31명(62%)이었으나 이 중 '오래 일해도 발이 불편하지 않다'고 생각하는 사람은 8명에 불과하여 밭작업에 적당하다고 응답한 사람들도 어느정도 불쾌한 내용은 감수하는 것으로 보여진다(표 10).

〈표 9〉 착용화가 '불편하다' 또는 '그저 그렇다'고 생각하는 이유 (n=19)

구분	고무신	운동화	슬리퍼	장화	기타	계
자주 벗겨 짐	4	2	1	-	-	7
발에 땀이 참	5	3	4	-	1	13
신발이 무거움	1	1	-	-	1	3
이물질 침투	9	3	3	-	-	15
딱 딱 함	1	-	1	-	-	2
굽 이 높 음	-	-	1	-	-	1

〈표 10〉 착용화가 '적당하다고' 생각하는 이유 (n=31)

구분	고무신	운동화	슬리퍼	장화	기타	계
값이 싸서 딱 신을 수 있다	4	1	-	-	-	5
좁 불쾌해도 작업에 편리하다	8	6	-	3	1	18
오래 일해도 불편하지 않다	4	1	1	1	1	8

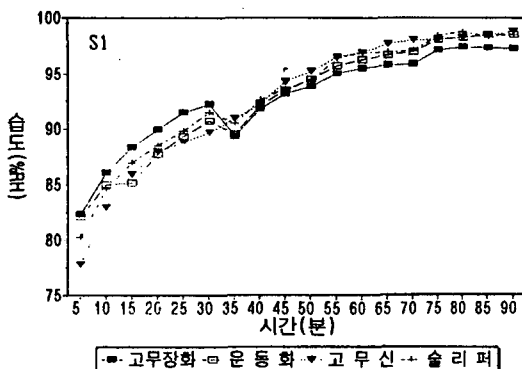
착용화에 대한 주관적 감각에서는 앞막힌 슬리퍼가 다른 신발보다 덥고 습하며 불쾌하다고 응답하였는데 이는 슬리퍼를 신은 부녀자들이 대부분 버선을 신고 신발을 착용한 때문이라고 여겨진다. 또한 운동화가 다른 신발보다 온열감이 높게 나타난 반면 습윤감과 쾌적감은 덜 습하고 보다 쾌적한 쪽으로 나타났다.

2.1 신발종류에 따른 열적부담 비교실험 결과

2.1.1 발바닥 및 신발내 습도

발바닥의 습도는 안정시에는 신발에 따라 차이를 보이지 않았으며, 실험시에는 고무장화에서 유의하게 낮게 나타났고 ( $P < 0.01$ ), 운동화, 고무신, 슬리퍼간에는 차이를 보이지 않았다(그림 3).

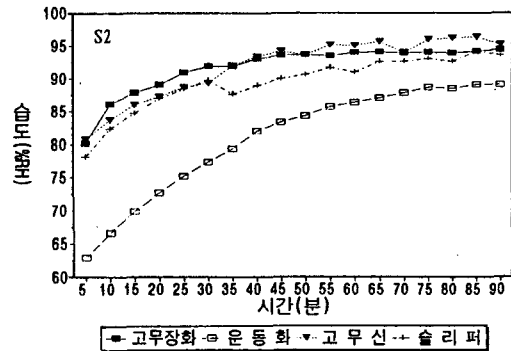
장화가 실험과정을 통해 심부온과 피부온이 가장 많이 상승했음에도 불구하고 발바닥습도가 낮게 나타났는데 이러한 현상은 장화가 작업수행시 발목과 발등을 심하게 압박하여 말초혈류의 흐름을 막아 발바닥의 온도를 저하시키고, 낮은 발바닥의 온도는 상대적으로 수증기의 증발효율을 떨어뜨리므로 발바닥의 습도가 낮아진 것으로 보인다. 그러나 본 실험에서는 1시간 동안 작업하였으므로 장시간 작업시 변화를 확인할 수는 없었으나 비록 적은 수증기량이라 해도 작업시간이 경과할수록 계속 축적되므로 다른 신발에 비해 신발내 공기가 밖으로 빠져나가기 어려운 장화는 수증기가 증발되지 못하고 장화내에 수분의 형태로 남아 발바닥 습도에 영향을 주고 결국은 발에 많은 땀이 찰 것으로 추측된다.



〈그림 3〉 발바닥 습도의 변화

신발내 습도는 안정시에는 고무장화가 90%로 가장

높았고 운동화가 72%로 낮게 나타났으며 실험시에는 슬리퍼와 운동화의 습도가 92%, 88%로 고무신과 장화보다 유의하게 낮게 나타났다 ( $P < 0.001$ ) (그림 4).



〈그림 4〉 신발내 습도의 변화

또한 장화, 고무신 및 슬리퍼에서는 착용 후 즉시 신발내 습도가 상승하였으나, 운동화는 발바닥의 습도와는 달리 서서히 상승하여 실험 종반까지 계속 상승하였다. 이것은 장화, 고무신, 슬리퍼의 재질이 통기성이 없는 고무와 플라스틱으로 되어 있어 피부로부터 발생된 수분이 거의 증발하지 못하고 신발내에 머물기 때문이며 이와 달리 운동화는 신발안에 면질창이 있어 수분흡수가 가능하며 신발의 공기구멍으로 수분증발이 비교적 가능하기 때문에 안정시와 실험시에 걸쳐 가장 낮은 신발내 습도를 보인 것으로 사료된다. 또한 슬리퍼 경우는 실험시 장화와 고무신보다 낮은 신발내 습도를 보이는데 이는 슬리퍼가 뒤꿈치 부분이 열려 있어 이동시 강제 대류에 의한 수분증발이 가능함을 보여준다.

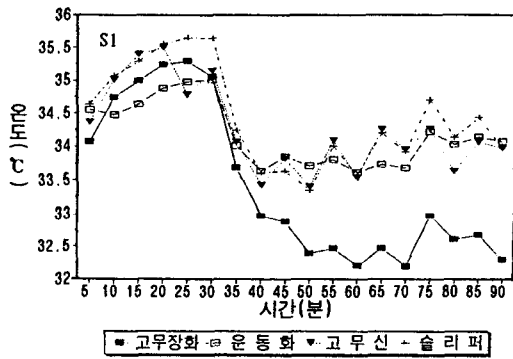
낮은 신발내 습도는 발에서 신발로의 수분이동을 가능하게 하므로 발에서의 방열을 보다 쉽게 한다. 인체의 체온조절 기능 중 가장 효과적인 방열 수단은 증발잠열을 이용한 발한으로 체표면적이 넓은 손가락, 발가락, 사지 등이 중요한 몫을 차지한다(이순원 등, 1993)는 것을 고려할 때, 낮은 신발내 습도는 인체의 생리적 부담을 줄여줄 것으로 추측된다.

또한 신발내 습도가 발바닥의 습도보다 더 높거나 비슷하면 발바닥의 수분증발이 불가능하므로 발에 땀이 차게 되어 착용자의 불쾌감을 유발하고, 피로를 가중시켜 작업능률을 저하시키며 습진이나 무좀 등의 피부장애를 일으키기도 한다. 따라서 신발내

습도가 다른 신발보다 낮게 나타난 운동화가 작업시 부담도 적으며, 발의 건강유지에도 더욱 유리할 것으로 여겨진다.

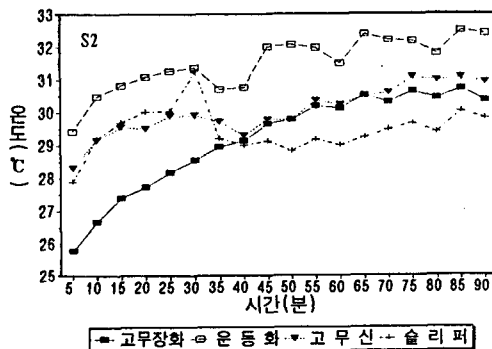
2.1.2. 발바닥 및 신발내 온도

발바닥의 온도는 안정시에는 차이가 없었으나 실험시에는 고무장화가 33.8℃으로 가장 낮은 것으로 나타났고 실험시작과 함께 발바닥 온도가 급격히 하강하였으며 작업수행에 따라 파도형의 온도분포를 보이고 있다. 이는 전술한 장화의 압박이 말초혈류의 흐름을 막아 피부온이 낮아지고 발바닥의 온도도 낮아진 것으로 사료된다(그림 5).



〈그림 5〉 발바닥 온도의 변화

신발내 온도는 고무장화가 안정시에 유의하게 낮은 온도를 나타내었다. 이것은 고무가 열전도율이 커서 외기온의 영향을 많이 받아 낮은 환경온에서 신발내 온도가 낮다는 연구(平塚哲夫, 1956)에 따라 장화의 재질이 고무이고 피복면적이 넓어 안정시 신발내 온도가 다른 신발보다 낮게 나타난 것으로 사료된다. 그러나 같은 고무재질인 고무신은 고무가 얇고 피복면적이 적어 열전도효과를 보이지 않은 것으로 생각된다(그림 6).

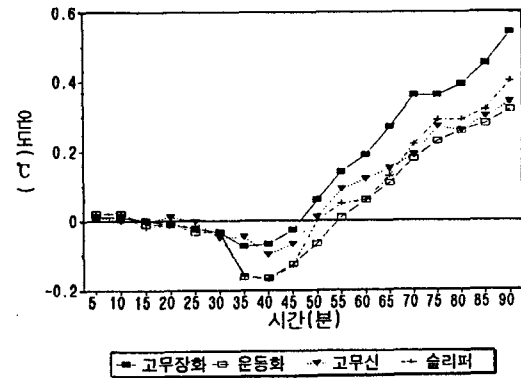


〈그림 6〉 신발내 온도의 변화

2.1.3. 직장온

직장온은 일일변동의 차가 있고 피험자간에도 안정시에 차이가 있어 직장온의 절대치를 보는 데 문제가 있었으므로(정영욱, 1995) 안정시에 대한 변동값으로 유의성을 검증하였다.

직장온은 고무장화가 0.2℃ 상승하여 다른 신발에 비해 높은 심부온의 증가를 보인 것으로 나타났으며 ( $P < 0.05$ ), 고무신, 슬리퍼, 운동화는 0.1℃의 상승을 보였다(그림 7).



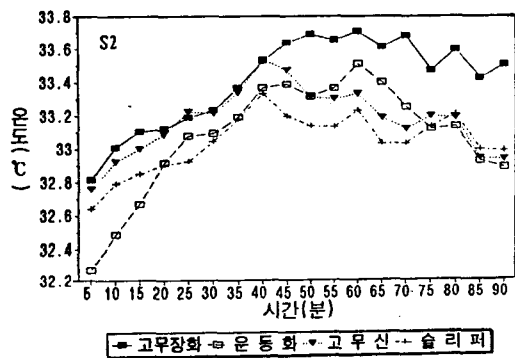
〈그림 7〉 직장온 증가량 변화

또한 4종의 실험신발에서 모두 실험초반에 직장온이 약간 하강하였으나 실험중반에는 신발에 따라 0.3℃-0.5℃까지 상승하였다. 이는 인체가 더운 환경에 갑자기 노출되면 인체표층의 혈행이 급격히 증가하면서 냉각되었던 체표층의 차가운 혈액이 급격히 심부에 유입되어 직장온이 약간 내려가는 경향을 보이게 된다(緒方, 1973)는 이론에 비추어 볼 때 비록 본 실험이 피부표층을 냉각시킬 정도의 환경은 아니었으나 실험초반의 작업수행으로 인한 혈압, 맥박의 상승은 혈행을 급격히 증가시켜 피부표층의 비교적 차가운 혈액이 심부에 유입되고, 이로 인해 심부온이 일시적으로 하강하게 되는 것으로 여겨진다. 그러나 계속되는 작업으로 대사량이 증가하고 이에 따른 산열의 증가는 체내의 열축적을 일으켜 심부온을 점점 증가시키게 된다. 심부온은 체내의 화학반응에 영향을 미치며 생명현상이 진행되는 인체내부의 온도로서, 신진대사의 경로와 속도를 조절하는 중요한 요인으로 체온을 일정하게 유지하여 인체내의 항상성을 유지하므로(緒方, 1973), 직장온 0.1℃의 변화

란 생리적으로 중요한 의의를 지닌다. 따라서 본 실험에서 보인 직장온의 상승은 신발의 생리적 부담을 비교하는 지표로 사용될 수 있다고 사료되며, 장화가 생리적인 부담을 가장 많이 주며 운동화가 가장 적은 부담을 주는 것으로 판단된다.

2.1.4. 평균피부온 및 피부온

실험시 평균피부온은 고무장화가 33.8℃로 다른 신발에 비해 유의하게 높게 나타났다( $P < 0.001$ ). 평균피부온은 직장온과 달리 안정30분 동안 상승하는 경향을 보였는데, 이는 안정시 피험자들이 신발을 신고 안정하였기 때문에 나타나는 현상으로 여겨지며 안정시에도 고무장화의 피부온이 높은 경향을 보였다(그림 8)

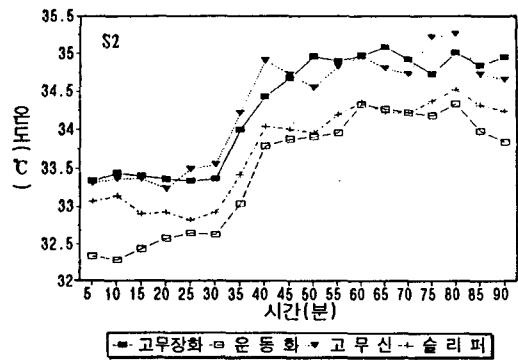


< 그림 8 > 평균피부온의 변화

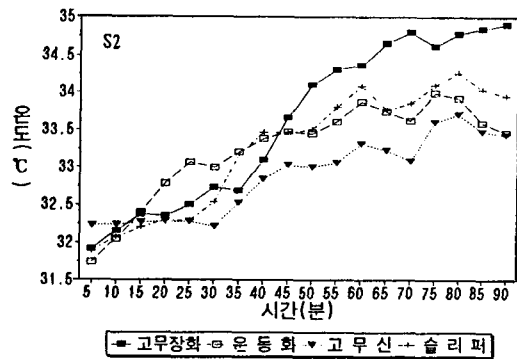
인체는 작업수행에 의해 심부온이 상승되고 이를 저하시키기 위해 피부표층의 혈관을 확장하고 혈류량을 증가시켜 피부온을 상승시키며, 발汗을 통한 방열을 일으켜 인체의 체열평형을 유지하려고 한다. 따라서 피부온은 인체의 생리적 부담의 정도를 나타낸다고도 볼 수 있으므로 높은 평균 피부온을 보인 장화가 생리적 부담을 주는 것으로 사료된다.

대퇴온(그림 9)에서는 운동화가 가장 낮게 나타났으며 하퇴온(그림 10)에서는 장화가 가장 높은 피부온을 보이고, 다음이 슬리퍼, 운동화와 고무신이 비슷한 온도경향을 보였다( $P < 0.001$ ). 장화가 다리에서 높은 피부온을 보이는 것은, 근육활동이 많은 부위에서 그만큼 산열이 많이 일어나 피부온이 상승하는 현상과 발과 발등이 심하게 압박을 받아 혈류가 발끝까지 순환되지 못하여 덜 식혀진 혈액이 다시 하퇴로 돌아오는 현상, 그리고 장

화가 발을 감싸는 면적이 넓어 하퇴에서의 방열이 효과적으로 이루어지지 않는 것 등이 복합적으로 영향을 미쳐 나타나는 현상이라고 여겨진다. 따라서 장화가 다리에 열적부담을 가장 많이 주었으며, 운동화와 고무신이 비교적 부담을 적게 받은 것으로 보여진다.



< 그림 9 > 대퇴온의 변화



< 그림 10 > 하퇴온의 변화

2.1.5. 총 발한량 및 국소발한량

총 발한량과 국소발한량에서는 신발 종류간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 총 발한량에서 슬리퍼가 268g으로 적게 나타났고 장화, 운동화, 고무신은 비슷하게 나타났다(표11).

장화의 경우 심부온과 피부온의 상승에도 불구하고 총발한량은 운동화와 고무신과 비슷하였으며 국소발한량에서 구간부의 발汗을 보여주는 건갑부에서 비교적 발汗량이 많았고, 사지말초부의 발汗을 보여주는 대퇴에서는 다른 신발보다 적은 경



향을 보였다. 이는 장화가 실험시 쪼그리고 이동하는 작업등에서 다른 신발보다 하지에 많은 압박을 가해 반측발한이 일어난 것으로 보여진다. 반측발한이란 신체의 한쪽 피부에 압박이나 기계적 자극을 가하면 압박된 쪽의 발한이 억제되고 반대쪽의 발한이 촉진되는 현상(이순원 등, 1993)으로 장화착용시에는 작업부담으로 인해 다리의 피부온이 비교적 높은 경향을 보이거나 하퇴 및 발목의 압박으로 발한이 억제되어 방열효과를 저해하므로 다른 신발보다 열적부담을 많이 받은 것으로 여겨진다.

〈 표 11 〉 총 발한량 및 국소발한량

신발종류	총 발한량 (g)	국소발한량 (g/12cm <sup>2</sup> )		
		전갑부	대퇴	발바닥
고무장화	284.8	0.228	0.082	0.073
운동화	285.0	0.202	0.089	0.070
고무신	286.5	0.193	0.086	0.071
슬리퍼	268.0	0.187	0.089	0.056

2.1.6. 주관적 감각

실험 동안 신발착용에 따라 피험자가 느끼는 온열감, 습윤감, 쾌적감은 장화가 비교적 높은 경향을 보여 다른 신발보다 덥고, 습하고 불쾌하게 느끼는 것으로 나타났다. 운동화는 발의 온도와 신발내 온도가 다른 신발보다 유의하게 높으나(P<0.001), 온열감 및 습윤감에서 비교적 낮게 나와 신발내 습도가 다른 신발보다 낮아 쾌적하게 느끼는 것으로 나타났다. 습윤감에서 고무신이 장화보다 더 습하다는 경향을 나타내어 기존의 고무장화가 더 습할 것이라는 생각과는 다르게 나타났는데, 이는 신발내 습도에서는 유의한 차이를 보이지 않았으나 발의 습도에서 장화가 유의하게 낮게 나왔고, 발의 온도도 낮아 고무신이 더 습하다는 경향을 보인 것으로 여겨진다(표 12). 슬리퍼의 경우는 뒷축이 발에 고정되어 있지 않으므로 움직일 때마다 발과 신발의 사이가 벌어져 대류로 인한 열손실 및 수분증발이 촉진되어 다른 신발에 비해 덥고 습하다는 반응이 낮게 나타난 것으로 추측된다.

〈 표 12 〉 주관적 감각

신발종류	온열감	습윤감	쾌적감
고무장화	6.27±0.78	5.70±0.99	2.37±0.67
운동화	6.00±0.78	5.58±0.97	2.13±0.74
고무신	6.17±0.76	5.96±0.91	2.29±0.62
슬리퍼	5.88±0.90	5.50±0.93	2.13±0.68

IV. 결 론

본 연구는 농촌부녀자들이 발작업시 올바른 신발착용으로 피로경감과 작업능률을 향상시킬 수 있도록 작업에 적합한 신발 선정 및 발작업화를 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 현지실태조사와 인체착용실험을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 농촌부녀자의 84%가 농작업시 신는 신발의 개선이 필요하다고 했으며, 일상생활중에서 착용빈도가 높은 신발은 고무신 > 슬리퍼 > 운동화 > 장화의 순이었다.
2. 평상시 및 발작업시 주로 착용하는 신발의 불편사항으로는 이물질 침투 발에 땀이 참 > 잘 벗겨진다는 순이었다.
3. 실험시 발바닥의 온습도는 장화에서 가장 낮게 나타났다.
4. 안정시 신발내 습도는 고무장화가 90%로 가장 높았으며 운동화가 72%로 가장 낮았다. 또한 실험시에는 운동화와 슬리퍼에서의 습도가 유하게 낮게 나타났다.
5. 직장온 및 평균피부온에서 고무장화가 다른 신발에 비해 가장 많은 증가를 나타냈다.
6. 작업자의 피로도를 보기위한 프리카치와 젓산농도의 변화에서는 신발간에 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과로 비추어 볼 때 농작업시 많이 착용하는 신발중 장화가 작업자에게 열적부담을 많이 주고 운동화가 적은 것으로 나타났다. 따라서 농작업시에는 되도록 슬리퍼나 장화보다 운동화를 착용하는 것이 바람직하다. 그러나 운동화 역시 신고 벗기가 불편하고 이물질이 잘 들어오는 등의 단점이 있으며, 다양한 작업환경에 적합한 신발의 착용이 필요하므로 농작업용 신발에 관한 연구가

계속적으로 이루어져야 한다. 또한 이와 연계하여 굽차이에 따른 작업부담에 대하여도 연구하였으나(이경숙, 한국생활환경학회 투고중) 신발의 중량, 재질 등이 다르고 굽높이도 다양하지 못하므로 앞으로는 신발의 재질, 종류, 바닥재, 굽높이 등에 관한 기초연구들이 조속히 이루어져 활용될 수 있어야 할 것이다. 또한 열악한 농작업환경과 과중한 노동부담으로부터 상해받기 쉬운 신체를 보호하고 피로 경감 및 작업능률 향상을 위하여 신발을 비롯한 다양한 피복장비들이 개발되어 농업인에게 보급되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

농림수산부 (1995) 한국농업통계연보  
 농촌진흥청 (1995) 원예작물. 64-75.  
 농촌진흥청 (1995) 작목별 작업단계별 노동력 투하시간  
 박공주 (1993) 발작물 작업시 작업복 착용실태. 농촌생활연구소. 208-226.  
 전정희 (1975) 신의 종류에 따르는 보행마찰에 관한 실측적 조사연구. 대한가정학회 지, Vol. 13~4, 67~87.  
 이정순 (1982) 신발과 보행과의 관계. 창원경상전문대학논문 제 1집, 385-400.  
 명지영, 심현섭, 최정화 (1993) 비닐하우스용 작업복 개발에 관한 연구. 한국의류학회지, Vol. 17, No. 1, 19-35.  
 성호경, 이상돈 (1991) 생리학. 의학문화사.  
 이순원, 조성교, 최정화 (1993) 피복환경학. 한국방송통신대학.  
 전태원 (1993) 운동처방과 검사. 태근문화사, 30-43.  
 정영옥, 박신정 (1995) 보행시 신발이 인체의 온열생리 반응에 미치는 영향. 한국온열환경학회지, 제2권, 제1호, 9-16.  
 최정화 (1995) 피복기후가 건강에 미치는 영향. 한국온열환경학회지, 제2권 제 1호, 1-8.  
 橋本邦, 遠藤敏夫 (1973) 生體機能の見かた-人間工学への應用. 人間と技術社.  
 大塚 斌, 近藤麻理, 柿山哲治, 高橋周一, 軍司敏博 (1995) 着靴歩行時の靴内湿度とベンチ

レ- ション效果に關する研究. 織消誌, Vol. 36, No. 4, 32-38.  
 德永幾久, 山水きぬ, 石山和子 (1971) 足の動きによる被服物への影響(第1報). 山形懸立米澤女子短期大學紀要, Vol. 10, 13-22.  
 永井純, 藤田紀盛, 關岡康雄, 前河洋一, 吉村篤司 (1982) ランニングシューズ内の温度湿度に關する一考察. 日本體育學會 第33回大會號, 626.  
 山崎信壽 (1983) 靴の機能と適合性, 總合リハビリテーション. Vol. 11, No. 11, 889-894.  
 緒方維弘 (1973) 適應 氣候風土に對する適應, 醫齒藥出版株式會社.  
 小木和孝 (1994) 疲勞調査のための測定方法. 現代勞動衛生ハンドブック. 勞動科學研究所 出版部. 1128.  
 平塚哲夫 (1955) ゴム靴の衛生學的研究. Kyoto Furitsu Idaisi J., Kyoto Pref Med. Univ. Vol. 58, 295~303.  
 Day, R. (1968) Regional heat loss. in "Physiology of Heat Regulation and the Science of Clothing". (Ed. by Newburgh, L. H). Hanfer Publishing Co., New York and London, 240-261.  
 Kawabata, A. & Tokura, H. (1993) Effects of two kinds of sports shoes with different sturc-ture on thermoregulatory responses, Ann. Physiol. Anthropol., Vol. 3, No. 3, 217-225.  
 Kawabata, A. & Tokura, H. (1993) Effect of shoes type on the thermoregulatory response and clothing microclimate in women during walking and resting. J. Home Econ. Jpn., Vol. 44, No. 8, 665-670.  
 Kawabata, A. & Tokura, H. (1993) Effects of high- and low heeled shoes on the skin temperatures during walking. Jpn. Res. Assn. Text. End-Uses, Vol. 34, No. 12, 626-632.  
 Yokoyama K. (1989) Evaluation of high-altitude Climbing Boots from the Viewpoint of clothing microclimate, Descents Sports Science, Vol. 10, 194-202. ©