

미나리 작업자를 위한 작업복 개발에 관한 연구

최정화·백윤정

서울대학교 생활과학대학 의류학과

Development the protective clothing for a dropworts cropping workers

Choi, Jeong Wha · Baek, Yoon Jeong

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(2000. 6. 21 접수)

Abstract

This study was to research the actual condition of a dropworts working environment and to develop the clothing to reduce the work road. The actual conditions of working environment, working position and clothing were surveyed. Experiments were performed in the chamber and in the field. In the chamber, rectal temperature, 11 points skin temperatures (forehead, chest, abdomen, upperarm, forearm, dorsum manus, palm, thigh, calf, dorsum pedis and pelma), heart rates, microclimates inside clothing on the chest and subjective sensations were measured for comparing between 2 different types of garments. In the field, rectal temperature, abdomen skin temperature, 3 points microclimates inside clothing (chest, back and thigh), heart rates, the volume of EMG and subjective sensations were measured.

The results were as follows;

1. There were no significant differences in rectal temperature between a old type protective clothing and a new type both in the chamber and the field.
2. Subjects wearing a old type clothing responded 'a little cold', 'a little uncomfortable' and subjects wearing a new type protective clothing responded 'normal', 'comfortable' both in the chamber and the field.
3. In the field test results, abdomen skin temperature in a old type clothing was higher and microtemperatures inside clothing of chest, back and thigh in a new type protective clothing were higher.
4. The volume of EMG was lower in the new type protective clothing than in the old one.

Key words: protective clothing, rectal temperature, skin temperature, microclimates inside clothing, volume of EMG; 기능복, 직장은, 피부온, 의복내기후, 근전량

* 본 연구는 서울대학교 생활과학연구소의 일부보조에 의한 것입니다.

I. 서 론

우리나라의 농작물 중 미나리는 추운 환경에서 재배되는 작물로서 노지 재배와 하우스 재배로 나누어지는데 노지 재배는 12월 중순부터 2월 초순까지, 하우스 재배는 1월말부터 2월말까지 추수를 하는 것이 일반적이다. 미나리를 재배하는 대표적인 장소인 광주와 전주의 추수기의 평균기온이 -1.2°C -7.8°C 이고, 작업장은 서있는 상태에서 성인 남자의 허벅지 높이 정도(약 70~80cm)의 물속에서 작업이 이루어지며 작업시는 동작상 수확자의 가슴부위까지 침수되며 찬물과 차가운 공기에 동시에 오랜시간 노출이 된다. 따라서 오랜 기간동안 미나리 수확에 종사해 온 작업자의 경우는 두통, 무릎 시림, 복통 등을 호소(최정화, 1993)해오고 있기 때문에 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

일반적으로 인체는 찬 공기나 차가운 물 등의 추운 환경에 노출되면 신체 열 손실을 줄이기 위하여 혈관의 수축, 불감증설의 감소, 심부로의 열 이동 등이 일어난다. 또한 강한 추위에 장시간 노출되면 인체의 열손실의 증가로 체열의 불균형을 초래하여 인명의 손실을 가져오기도 한다. 그러나, 인위적으로 추운 환경에 적응하기 위한 일정한 강도의 적응훈련을 하게 되면, 적응 전보다 체지방의 증가, 혈관수축 증가, 심박수와 호흡율 및 흡기량의 감소, 직장온과 평균 피부온의 하강, plasma norepinephrine의 증가 및 추위에 대한 감각의 둔화 등을 들 수가 있다(Jansky et al., 1996; Young et al., 1986). 그러나 계속되는 찬물 침수에 인체가 잘 적응되어 있어도 찬물 침수 초기에는 최소 2.5분 이상 심박수, 호흡율 및 흡기량이 감소하는 경향을 나타내므로(Tipton et al., 1998) 찬물 침수에 대한 보호 대책이 필요하다.

또한, 미나리 수확 작업자의 연령층은 20대보다 50대 이상의 성인 남성이 대부분으로 20대의 젊은층의 경우는 추운 환경에서는 직장온이나 대사량, 수축기 혈압 등의 변화가 거의 없는 반면, 60세 이상의 노년층의 경우는 추운 환경에 노출되면 급격한 대사량의 증가, 직장온과 평균 피부온의 하강, 수축기 및 이완기의 혈압증가 등의 생리적 반응이 보이

며 반응 정도도 개인별 노인의 건강상태에 따라 다양하나(Inoue et al., 1992), 노년층이 젊은층보다 추위에 대한 신체적 방어능력이 뒤지기 때문에(Young et al., 1997) 미나리 수확시 방수, 방한용 작업복의 개발이 시급하다.

이를 위하여 본 연구에서는 먼저 미나리 재배환경과 착의 실태를 파악하고 현재 미나리 작업자가 가장 널리 착용하는 의복(이하 기존형 의복이라 함)을 선정하고 겨울철 미나리 수확자를 위한 작업복의 소재 및 디자인을 선정하여 방수, 방한용 미나리 작업복을 제작한 후, 기존형 의복과 새로이 제작된 의복의 성능을 비교 평가하기 위하여 미나리 작업환경을 모의한 인공기후실에서 작업자세와 작업시간을 고려하여 인체 착용실험을 실시하고 이를 토대로 의복을 보완한 다음(이하 개량형 의복이라 함), 농업인에게 직접 착용시켜 수확작업을 하도록 함으로써 작업복의 착용효과를 현장에서 확인하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 인공기후실내에서의 착용 실험

1) 피험자

일반적으로 인체 착용 실험의 경우 피험자 2인 이상에 2번 이상 반복을 통례로 하나 본 연구에서는 피험자의 영향을 배제하기 위하여 숙련된 피험자를 1인으로 하고 1가지 의복에 대하여 3반복씩을 실시하였으며 피험자는 신장 160cm, 체중 54 kg의 만 24세의 건강한 성인여성이었다.

2) 측정시기

광주지역의 현지조사를 토대로 수온 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$, 환경온은 93년 11월과 12월 광주의 평균기온과 최저기온을 고려하여 $6\sim 7^{\circ}\text{C}$ 로 하고 경기도 수원시 서울대학교 농업생명과학대학내의 인공기후실에서 실시하였다.

3) 작업자세

작업자세는 미나리를 쉽게 채취할 수 있도록 흙을 밟아주는 자세(자세 I), 웅크리고 앉아서 팔로

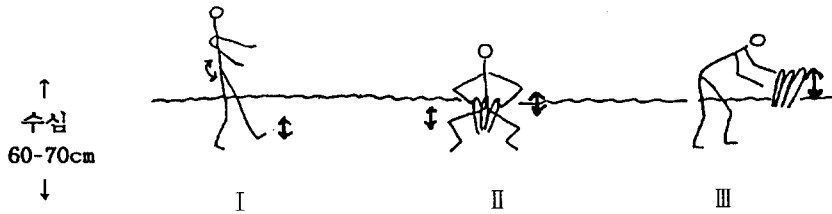


Fig. 1. Working positions during the dropworts cropping

미나리를 뽑는 자세(자세 II), 뽑은 미나리의 뿌리의 흙을 물에 흔들어서 씻는 자세(자세 III)로 하였다.

4) 측정항목

인체의 11부위(이마, 가슴, 배, 윗팔, 아랫팔, 손등, 중지 3번째 마디, 넓적다리, 종아리, 발등, 엄지발가락 2번째 마디)의 피부온과 직장온을 Digital Thermistor(日本 Takara社)를 이용하여 측정하고, 평균 피부온은 9점법으로 체표면적 안분비율을 이용하여 계산하였다. 심박수는 자동심박측정기(Finland Polar Electro社)를 이용하여 가슴에서 1분간격으로 측정하였다. 또한 의복내 최내층 온습도는 의복기후측정용 온습도계(日本Shinyei社)를 이용하여 왼쪽 가슴에서 측정하였으며 온열감, 습윤감은 ASHRAE의 신경정신적 7등급 척도로 쾌적감은 5단계척도를 이용하여 점수화하였다.

5) 실험 순서

실험은 현지조사시 미나리 작업자의 작업시간과 실험조건을 고려하여 1일 1회 실시하였다. 1회당 소요시간은 오전 9시부터 오후 5시까지 총 8시간이었다. 피험자는 식후 2시간이 경과한 후 18°C로 조절된 방에서 직장온과 피부온 센서를 각각 삽입, 부착하고 30분간 안정한 후 물의 깊이가 55~60cm가 되는 수조에 들어가서 자세 I, II, III을 순서대로 10분씩 오전에 3회 오후에 5회 반복하는 것이 1회의 실험 조건이었다.

6) 통계처리

의복조합별 작업별로 각 측정항목의 유의차가 있는지를 검증하기 위하여 최소유의차검정(LSD)을

실시하였다.

2. 현장에서의 착용 실험

1) 피험자

본 연구의 피험자로는 인공기후실내에서의 착용 실험에서와 동일한 이유로 신장 158cm, 체중 60kg의 만 57세의 미나리 수확을 5년 이상 해온 건강한 성인여성으로 하였다.

2) 측정시기

우리나라의 대표적인 미나리 재배중의 하나인 전주시 평화동에서 전형적인 겨울철 날씨를 나타낸 1999년 1월 중에 실시하였다. 이 때의 외기온은 -30~-15°C였다.

3) 실험 의복

실험에 사용된 개량형 의복소재는 네오프렌과 저지로 구성된 불투과성 직물로서 그 물리적 특성을 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Test Items	Test Results
Thermal insulation value (KS K 0560, 25°C, 50%고): %	48.7
Air permeability (KS K 0570, Frazier method): cm ² /cm ² /sec	Below 0.1
Thickness(KS K 0506): mm	5.46
Weight(KS K 0514): g/m ²	1189.6
Fabrics count(KS K 0512): Thread/5cm	
Wale	85.4
Course	130.2
Water resistance(KS K 0592): kg/m ²	4.0

Table 2. The contents and total clothing weights of protective clothings

	Old Type	New Type
Garments	Upper wears	
	long sleeve cotton underwear	
	long sleeve wool blending high neck	
	long sleeve synthetic fiber blending knit	
	wool vest	
	Lower wears	
	cotton brief	
	ankle length cotton underwear	
	ankle length cotton blending training pants	
	Cotton gloves	
	Upper arm length rubber gloves	
	ankle length synthetic fiber blending quilting pants	
	Old protective clothing	New protective clothing
Total weights(kg)	5.7	5.6

각 의복조합의 기존형 의복과 개량형 의복의 착용내용과 의복무게는 Table 2에 나타내었다.

4) 측정항목

심박수, 근전량, 피부온과 직장온의 연속측정기록장치(VINE, VM4-064, Japan)을 이용하여 피험자의 심박수, 근전량, 배부 피부온도, 직장온도를 5분 간격으로 측정하였다.

휴대형 온습도측정기(ONDOTORI, RS-10, Japan)를 이용하여 가슴부위, 등부위와 대퇴부의 최내층 의복내 온도, 습도를 각각 5분 간격으로 측정하였다.

주관적 감각으로 온열감, 습윤감은 ASHRAE의 정신심리적 7등급 척도를, 쾌적감은 日本空調衛生工學會의 4단계 척도를 사용하여 5분 간격으로 측정된 뒤에 점수화하였다.

5) 실험 순서

현지에서의 미나리 수확시간은 보통 45분으로 작업간 휴식시간은 15분이었으므로 실험시간은 기존의 작업시간에서 크게 벗어나지 않는 범위에서 결정하기 위하여 30분 안정 후 45분간 미나리를 수확

하는 작업으로 실시하였다. 작업은 오전에 3회 오후에 3회씩 실시되었으며 각 작업간의 휴식시간은 15분으로 하였다. 기존형 의복과 개량형 의복을 착용하고 각 실험복 당 6회씩 총 12회의 반복실험을 실시하였으며 실험 순서는 라틴방격법으로 임의 배치하였다.

6) 통계처리

두 의복착용시의 심박수, 근전량, 각 신체 부위별 피부온 및 의복내 온습도에 대하여 t-test를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 인공기후실내에서의 착용 실험

미나리 작업자를 위한 작업복 개발의 일환으로 직장온, 11부위의 피부온(이마, 가슴, 배, 윗팔, 아랫팔, 손등, 손끝, 넓적다리, 종아리, 발등, 발끝), 심박수, 의복내 온습도 및 주관적 감각을 측정하여 기존형 의복과 개량형 의복의 착의 성능을 비교하였다 (Table 3).

Table 3. Thermoregulatory responses, subjective sensations and microclimates inside clothing of a worker cropping dropworts by each protective clothing type

Types of clothing		Old Type	New Type	LSD
Physiological responses				
T _{re} ¹⁾ (°C)		36.9	36.9	
Skin Temp (°C)	Forehead	33.6	30.9	***
	Chest	32.5	30.6	***
	Abdomen	32.8	30.3	***
	Upperarm	30.7	29.9	***
	Forearm	30.8	28.3	***
	Dorsum manus	23.4	25.4	***
	Palm	15.6	15.6	
	Thigh	26.3	27.1	
	Calf	22.8	36.9	***
	Dorsum pedis	17.3	21.3	***
Pelma	16.2	20.1	***	
T _{msk} ²⁾ (°C)		28.3	28.4	
Heart rates(beats/min)		72.7	72.6	
Subjective sensations	Thermal	2.2	2.6	***
	Humidity	4.0	4.0	
	Comfort	2.3	2.1	
Microclimates inside clothing	Temp.(°C)	28.1	27.2	**
	Humidity(%RH)	26.7	39.4	***

T_{re}¹⁾: Rectal Temperature, T_{msk}²⁾: Mean Skin Temperature

* < 0.5, ** < 0.01, *** < 0.001

1) 직장온 및 피부온

직장온과 평균 피부온도에서는 기존형 의복과 개량형 의복 착용시 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 각 부위별 피부온을 살펴보면, 이마온, 가슴온, 배온, 윗팔온과 아랫팔온은 기존형 의복 착용시가 개량형 의복보다 유의적으로 높게 나타났고 손등온, 종아리온, 발등온과 발끝온은 개량형 의복 착용시가 더 높게 나타났다. 이는 피부온이 기존형 의복 착용시보다 개량형 의복 착용시에 더 고르게 나타났기 때문에 기존형 의복 착용시에는 상대적으로 구간부의 온도보다 더 높게 개량형 의복 착용시에는 인체의 하체 및 말단부의 온도가 더 높게 나타났다.

손끝온과 발끝온의 경우는 작업 후가 작업전의

안정시보다 20~25°C 하강하는 현상(Table 4)을 보였는데 발끝온은 한냉침수시 급격히 감소했다가 휴식시 회복되었다. 한냉침수 기간 중에는 개량형 의복을 착용하였을 때가 기존형 의복을 착용하였을 때에 비하여 발끝온이 높게 유지되었고 전도에 의한 방열 속도가 느리고 보온효과가 컸다는 것을 알 수 있었다. 물에서 나와 지상에서 휴식할 때에는 기존형 의복착용시의 피부온이 개량형 의복착용시보다 전반적으로 높게 유지되었는데 이는 기존형 의복착용시에 환경온에 따라 쉽게 열이 유입되어 체온이 더 빨리 더워지고 또한 추위노출에 상대적으로 강하게 영향을 받아서 반동 현상을 보인 반면에 개량형 의복은 열차단력이 큰 소재로 만들어졌기 때문에 지상에서 환경온의 영향을 덜 받았기 때문인 것으로 사료된다. 특히 손, 발, 귀, 코 등은 형태적 특징상 질량당 체표면적이 큰 부위로서 추위에 노출되면 방열이 일어나기 쉽고 혈행장애가 일어나기 쉬운 부분이다. 따라서 발 부위가 효율적으로 보온되는 단열력이 큰 소재로 만들어진 개량형 의복은 한냉장해의 예방을 위해서도 효과적일 것으로 예측되므로 이 부분을 위한 특별한 보호장치가 보완되어져야 할 것으로 사료된다.

2) 의복내 습도

가슴부위에서 측정된 의복내 온도는 기존형이 28.1°C로 개량형 27.2°C보다 우수하게 나타났으며 이때의 가슴의 피부온도도 기존형 착용시가 더 높게 나타났다. 의복내 습도는 기존형 의복 착용시가 더 낮게 나타났다. 구간부에서 측정된 의복내 온도와 습도의 경우는 구간부의 피부온 변화가 적은데도 불구하고 작업시간에 따라 유의한 변화가 있었다. 이것은 가슴부위의 피부온도는 일정하게 유지되나 작업동작별 의복내 온도가 차이를 보이는 결과로 보아서 가슴부위에서 측정된 의복내 미세기후가 윗팔의 움직임에 따라 강제대류의 영향을 크게 받은 것으로 해석된다.

3) 주관적 감각

주관적 감각 중에서 온열감의 경우는 개량형 의복 착용시가 더 우수하게 나타났다. 쾌적감의 경우

Table 4. Thermoregulatory responses, thermal sensations and microclimates inside clothing of a dropworks cropping worker wearing each protective clothing by work time

Physiological responses	Rest		Work time (AM: 90mins)						Work time (PM: 90min)						Rest (20min)		Work time (PM: 60min)					
	Old	New	repeat 1		repeat 2		repeat 3		repeat 4		repeat 5		repeat 6		Old	New	Old	New				
			Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New								
$T_{re}^{(1)}$ (°C)	36.4	36.7	36.5	36.8	36.7	37.0	36.8	36.9	37.0	36.6	37.1	36.9	37.2	37.1	37.1	37.0	37.0	36.8	36.7	36.7	36.8	
Skin Temp.(°C)	34.4	34.2	32.6	31.0	33.0	30.8	33.0	30.3	35.3	34.3	34.3	31.3	34.2	30.6	33.9	30.5	34.8	33.0	33.6	30.7	33.6	30.2
Forehead*	32.8	32.8	32.0	31.3	31.6	30.0	31.9	29.3	34.0	32.8	32.7	31.7	32.9	30.9	32.8	30.3	33.4	31.5	33.2	30.8	32.5	29.9
Chest-	33.2	33.1	33.0	31.3	32.5	29.7	32.6	29.0	34.5	33.1	33.7	31.7	33.0	30.8	32.7	30.1	33.0	30.5	32.8	30.2	32.1	29.2
Abdomen*	33.4	33.7	31.2	30.7	30.0	29.6	29.6	29.3	33.9	33.5	32.0	30.9	31.1	29.7	30.8	29.5	31.5	31.0	30.4	29.3	29.8	29.0
Upperarm**	33.9	34.2	32.7	29.7	31.4	27.8	30.6	26.4	34.8	34.1	32.8	30.9	31.2	28.8	29.9	27.2	30.7	30.2	29.8	27.7	28.4	26.8
Forearm***	33.1	34.3	27.2	28.7	22.3	24.6	19.9	21.6	34.7	34.2	27.7	29.5	23.8	24.8	21.4	22.7	25.7	27.7	23.4	26.5	19.7	22.9
Dorsum manus**	33.6	34.4	18.0	19.8	14.3	11.2	12.2	11.7	34.7	34.9	19.7	20.5	16.0	12.6	11.9	14.2	27.2	27.7	14.0	16.5	10.3	10.5
Palm	32.1	32.6	26.8	28.9	25.2	27.1	37.7	26.1	33.4	32.4	26.7	28.7	24.0	27.1	23.6	26.5	27.3	28.2	24.0	26.5	22.7	25.5
Thigh	31.2	31.5	24.7	27.5	23.1	25.7	22.4	24.8	33.2	31.6	25.4	28.5	23.6	27.6	22.2	27.0	23.3	29.2	20.4	26.5	20.1	26.3
Calf*	32.7	33.8	21.7	27.6	15.1	22.7	12.9	18.9	34.9	33.6	24.1	28.1	16.8	23.6	13.6	19.9	23.5	19.8	16.4	16.3	12.3	14.4
Dorsum pedis***	33.4	34.0	19.9	27.9	13.2	22.4	12.2	17.9	34.6	33.8	23.8	27.7	14.8	22.1	12.8	17.7	23.2	17.6	15.6	14.5	11.7	12.7
Pelma***	32.8	33.1	29.3	29.8	27.9	28.0	27.3	26.9	34.1	33.0	30.1	30.2	28.4	28.7	27.6	27.8	29.7	29.5	27.7	27.9	26.7	26.9
$T_{nisk}^{(2)}$ *** (°C)	69.7	73.3	75.7	79.9	72.7	71.8	69.3	67.7	77.5	71.7	79.4	79.9	79.1	76.4	74.4	72.9	60.7	65.0	68.9	69.9	69.9	67.7
Heat rates*** (beats/min)	4.0	4.0	2.7	3.1	1.9	2.4	2.0	2.3	4.0	4.0	2.7	3.1	2.3	2.4	1.7	2.4	4.0	4.0	1.8	2.4	1.3	1.9
Subjective Thermal*	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Subjective Humidity	1.0	1.0	2.0	1.6	2.3	2.2	2.8	2.6	1.0	1.0	1.8	1.8	2.4	2.3	2.7	2.6	1.0	1.0	2.7	2.2	3.0	2.6
Subjective Comfort*	30.1	30.0	29.3	27.8	28.0	26.2	27.9	25.3	31.5	30.6	29.3	28.7	27.6	27.4	27.3	26.8	28.7	28.0	28.0	27.7	26.6	26.2
Microclimates inside clothing	33.2	36.5	28.0	40.8	27.3	39.3	28.0	41.8	30.7	29.4	24.5	30.9	24.9	34.7	25.3	38.0	29.5	43.7	28.1	42.5	27.7	45.0

$T_{re}^{(1)}$: Rectal Temperature $T_{nisk}^{(2)}$: Mean skin Temperature

는 개량형 의복이 유의하지는 않으나 더 우수한 경향을 보였으며 기존형 의복 착용시에 피험자가 움크리고 앉아 팔로 미나리를 뺏는 작업수행시 오금부분의 의복이 겹쳐져서 압박됨으로 인한 통증이 호소되었으므로 이 부분의 여유분이 보완되어져야 할 것으로 사료되어져 현지에서의 착용실험에서는 이 부분의 여유분을 보완하기 위하여 종아리 부분을 기존복 보다 3cm 여유분을 주어 제작한 의복으로 실험을 실시하였다(Fig. 2).

2. 현장에서의 착용 실험

인공기후실내에서의 착용실험을 토대로 직장온, 심박수, 근전량, 배의 피부온 및 가슴, 등과 대퇴의 의복내 온습도 그리고 주관적 감각을 측정하고 이에 따른 기존형 의복과 개량형 의복의 착의 성능을 비교하였다(Table 5).

1) 직장온

본 연구결과 기존형 의복과 개량형 의복 모두 직장온은 37.4℃로 동일하였으며 그 변화도 동일한 경향을 나타내었다. 또한 두 의복에서 모두 작업시간 45분에 걸쳐 안정시의 37.0℃보다 상승되었으며 45분 동안 상승된 온도(37.4℃)가 일정하게 유지되었는데 다른 선행연구(Tikusis et al., 1996)에서도 추위에

노출되었을 경우에는 직장온이 상승되며 상승된 직장온이 보통 60~70분까지는 지속되다가 하강하는 경향을 보였으며, 작업강도가 일정할 경우는 원래의 온도보다 약간 상승된 상태가 유지된다는 선행연구

Table 5. Thermoregulatory responses, subjective sensations and microclimates inside clothing of a worker cropping dropworts by each protective clothing type in the field

Types of clothing		Old Type	New Type	
		Physiological responses		
T _{re} (°C)		37.4±0.05	37.4±0.03	
Abdomen Skin Temp(°C)		35.2±0.44	34.7±0.27	
Volme of EMG(mV)		313.4±47.92	257.5±41.33	
Heart rates(beats/min)		84.5± 5.2	82.9±4.11	
Microclimates inside clothing	Chest	Temp.(°C)	32.9±0.47	33.2±0.32
		Humidity(%RH)	40.1±6.57	46.7±10.17
	Back	Temp.(°C)	33.9±0.98	34.5±0.71
		Humidity(%RH)	69.8±4.03	70.5±3.53
	Thigh	Temp.(°C)	27.9±2.07	29.8±0.62
		Humidity(%RH)	35.8±4.25	53.0±6.90
Subjective sensations		Thermal	3.6±0.69	4.1±0.28
		Humidity	4.0±0.22	4.0±0.00
		Comfort	1.4±0.61	1.0±0.00

T_{re}: Rectal Temperature,



Fig. 2. New garment type for farmers harvesting a dropwort

결과(Kenny et al., 1987)과도 일치하는 경향이었다. 영하 10°C, 50%RH, 0.5m/s 이하의 환경온에서 1시간 작업-1시간 휴식을 실시한 다른 선행연구(Rissanen et al., 1997)에서는 동일한 운동이라도 운동이 반복되어질수록 직장온의 최고 상승온도가 낮아지는 경향을 보고하였으나 본 연구에서는 45분 작업-15분 휴식을 반복하여서 인지 직장온의 최고 상승온도가 낮아지는 현상은 보이지 않았다.

2) 피부온 및 의복내 온습도

배 피부온은 기존형 의복 착용시가 35.2°C, 개량형 의복 착용시는 34.7°C로 기존형 의복 착용시가 개량형 의복보다 높은 것에 비해서 가슴, 등, 대퇴의 최내층 의복내 온도는 기존형 의복 착용시가 각각 32.9°C, 33.9°C, 27.9°C로 개량형 의복 착용시의 33.2°C, 34.5°C, 29.8°C보다 낮은 경향을 보였다. 이는 기존형 의복 착용시가 개량형 의복 착용시보다 체열이 차가운 외기 환경에 의해서 쉽게 빼앗겨서 의복에 축적된 열이 낮아졌기 때문인 것으로 사료되며 의복에 축적된 발한도 증발될 수 없는 상태에서 찬 외기온에 의해 쉽게 차가워지기 때문인 것으로 사료된다. 이러한 경향은 다른 기능복 연구결과(Rissanen et al., 1997)에서도 볼 수 있었는데, 선행연구에서는 불투과성 보호복과 반투과성 보호복을 10°C 환경온에서 인체에 착용시켜 비교하였고, 본 연구에서는 기존형 의복과 개량형 의복 모두가 불투과성 보호복이었으며 이 두 의복을 0.2~0.5°C의 물과 -3.0~-1.5°C의 환경온에서 인체에 착용시켜 비교하였다.

일반적으로 보호복 착용시에 불투과성 직물로 의복의 최외층을 형성시키면 작업시의 축적된 열과 발한에 의해서 작업자의 작업부담과 불쾌감이 증가되며 작업능력이 저하된다고 보고되었다(Bishop et al., 1991; McLellan et al., 1992, 1993). 그러나 추운 환경에서는 불투과성 직물이 얇으면 외기온에 의해서 의복에 흡수된 열과 수분이 오히려 쉽게 낮아지는 경향을 보여 보온력을 저하시키고 인체의 체온 조절에 부담을 가중시키는 것으로 나타났다. 그러나, 보호복의 지나친 무게의 증가와 벌키성의 증가는 오히려 작업동작을 구속하여 작업능률을 저하시킨다는 선행연구결과(Smilander et al., 1985;

Nunneley, 1989; Rissanen et al., 1997)들이 있으므로 최외층 보호복의 의복두께에 대한 연구는 추후에 더 실시되어야 할 것으로 사료된다.

3) 심박수

본 실험결과 작업시의 심박수의 평균값은 기존형 의복이 84.5 beats/min, 개량형 의복이 82.9 beats/min으로 통계적인 유의차는 없었으나 개량형 의복 착용시가 다소 낮게 나타났다. 작업시작 후 5분동안은 심박수가 상승하다가 하강하며 하강과 상승을 거듭하면서 점차로 안정된 값을 유지하는 경향을 나타내었다. 초기에는 심박수가 증가하다가 작업이 반복되어지면 안정이 되는 것으로 사료된다. 이 때의 직장온의 변화도 안정되는 기존형 의복과 개량형 의복 모두 37.0°C로 동일하였으며 작업 5분 후 부터 37.4°C로 상승하고 그 상태로 안정되는 경향을 보였다.

4) 근전량(Energy Volume of Electromyoglobin)

기존형 의복 착용시는 313.4mV, 개량형 의복 착용시는 257.5mV로 기존형 의복 착용시가 훨씬 높게 나타났다($p < 0.01$). 일반적으로 근전도(EMG)는 단위시간당의 근활동 정도를 표현한 것으로 근전도가 높게 나타나면 작업부담이 큰 것으로 여겨진다. 본 실험에서 사용한 근전량은 이러한 근전도(EMG)의 작업시간동안의 면적으로 계산되어지며 근전량이 많은 것이 근전도도 큰 것으로 추정되어진다. 따라서, 기존형 의복 착용시가 개량형 의복 착용시보다 근활동이 많아진 것으로 보아 작업부담이 커진 것으로 해석된다.

5) 주관적 감각

작업자가 작업 동안의 온열감은 기존형 의복 착용시에 '약간 춥다(3.6)', 개량형 의복 착용시에 '보통이다(4.1)'로 나타나서 통계적인 유의성은 나타나지 않았으나 실험기간동안 기존형 의복 착용시에 작업자가 '무릎시립'을 강력히 호소한 반면 개량형 의복 착용시는 일관되게 '보통이다'로 응답하였다.

작업시의 습윤감은 기존형 의복 착용시와 개량형 의복 착용시 모두 '보통이다(4.0)'으로 동일하게 나

타났으며 실제 의복내 습도는 개량형 의복 착용시 가 가슴 47%RH, 등부 76%RH, 대퇴부 53%RH로 기존형 의복 착용시 각각 40%RH, 70%RH, 36%RH 보다 높게 나타났다. 작업자가 습윤감을 동일하게 느낀 이유는 두 의복 모두 종류와 소재는 다르나 불투과성 직물로 제작되어서 의복을 통한 발한의 증발이 거의 없었기 때문에 실제 의복에 축적된 발한량에는 차이가 없었기 때문이 아닌가 사료된다.

작업시의 쾌적감은 기존형 의복 착용시에 '약간 불쾌하다(1.4)', 개량형 의복 착용시에 '쾌적하다(1.0)'으로 나타났으며, 기존형 의복이 개량형 의복보다 물속에서 더 딱딱해지기 때문에 개량형 의복을 더 쾌적하게 느낀 것으로 사료된다.

IV. 결 론

미나리 작업자를 위한 작업복 개발의 일환으로 미나리 작업환경과 작업자세 및 작업자의 착의 상태를 파악하여 가장 널리 착용하는 의복조합(기존형 의복)을 선택하고, 현지조사를 토대로 기존형의 단점을 보완할 수 있는 작업복을 개발하기 위하여 다수의 소재와 디자인을 검토한 후 상대적으로 우수한 작업복을 선정(개량형 의복)하였다. 건강한 성인 여성을 대상으로 인공기후실에서는 직장은, 11부 위 피부온(이마, 가슴, 배, 윗팔, 아랫팔, 손등, 손바닥, 넓적다리, 종아리, 발등, 발바닥), 심박수와 의복내 온습도 및 주관적 감각을 측정하였고 미나리 수확 현장에서는 직장은, 심박수, 근전량, 배의 피부온 및 가슴, 등과 대퇴의 의복내 온습도 그리고 주관적 감각등을 측정하여 기존형 의복과 개량형 의복의 착의 성능을 비교하였고자 하였으며 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 직장은에서는 인공기후실과 현장실험 모두에서 기존형 미나리 작업복과 개량형 작업복 사이에 차이가 나타나지 않았다.
2. 주관적 감각은 인공기후실과 현장 실험 모두에서 기존형 의복 착용시 '약간 춥다', '약간 불쾌하다'로 응답한 반면, 개량형 의복 착용시 '보통이다', '쾌적하다'로 응답하였다.

3. 피부온도는 현장 실험 결과, 배부 피부온은 기존형 의복 착용시가 더 높고, 가슴, 등부와 대퇴부의 의복내 온도는 개량형 의복 착용시가 높게 나타났다.

4. 근전량은 현장 실험 결과, 개량형 의복 착용시가 기존형 의복 착용시보다 근피로를 적게 느끼는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터 본 연구에서 개량형 미나리 작업용 보호복으로 개발한 개량형 의복이 현재 농업인이 널리 착용하고 있는 기존형 의복보다 피부온, 근전량, 의복내 온습도 및 주관적 감각에서 우수한 결과를 보여 여유분 등을 보완한다면 미나리 작업자의 한랭장애를 경감시키고 작업능률을 향상시키는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 최정화, 농작업자의 건강증진과 인력 농작업의 편이화에 관한 연구, 제1차년도 보고서, 농촌진흥청, 서울대학교 농업생명과학대학, 183-208, 1993.
- Inoue Y., Nakao M., Araki T., Ueda H., Thermoregulatory responses of young and older men to cold exposure, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **65**(6), 492-298, 1992.
- Jansky L., Janakova H., Ulicny B., Sramek P., Hosdk V., Heller J., Parizkova J., Changes in thermal homeostasis in human due to repeated cold water immersions, *Pflugers Arch.*, **432**(3), 368-372, 1996.
- Kenney W. L., Physiologically derived critical evaporative coefficients for protective clothing ensembles, *J. Appl. Physiol.*, **63**(3), 1095-1099, 1987.
- McArdle W. D., Toner M. M., Magel J. R., Spina R. J., Pandolf K. B., Thermal responses of men and women during cold-water immersion; influence of exercise intensity, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **65**(3), 265-270, 1992.
- Rissanen S., Rintamaki H., Thermal responses and physiological strain in men wearing impermeable and semipermeable protective clothing in the cold,

Ergonomics, 40(2), 141–150, 1997.

Tipton M. J., Golden F. S., Higenbottam C., Mekjavic I. B., Eglin C. M., Temperature dependence of habituation of the initial responses to cold–water immersion, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 78(3), 253–257, 1998.

Toner M. M., Holden W. L., Foley M. E., Bogart J.

E., Pandolf K. B., Influence of clothing and body–fat insulation on thermal adjustments to cold–water stress, *Aviat. Space. Environ. Med.*, 60(10 Pt 1): 957–63, 1989.

Young A. J., Lee D. T., Aging and human cold tolerance, *Exp. Aging Res.*, 23(1), 45–67, 1997