한국지역사회생활과학회지
Korean J. Community Living Science
17(4): 49~56, 2006

농약방제복 소재의 차이가 인체 쾌적성에 미치는 영향

황 경 숙 · 김 경 란 · 이 경 숙 · 김 경 수
농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

The Effects of the Material of Pesticide-Proof Clothing on Human Comfort

Hwang, Kyoung Sook · Kim, Kyung Ran · Lee, Kyung Suk · Kim, Kyung Su
Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the thermal and subjective comfort of various pesticide-proof clothes made from different material. Seven male adults took part in the study, conducted in a climate-chamber controlled with an ambient temperature of 30℃ and a relative humidity of 60%RH. The thermal and subjective responses of subjects wearing pesticide-proof clothing made of Goretex(coating treatment), polyester (water-repellent treatment), non-woven(coating) and nylon(coating) were measured. The main results were summarized as follows: (1) Change of rectal temperature and clothing microclimate were inhibited more effectively in pesticide-proof clothing made of Goretex, polyester and non-woven than nylon materials. (2) Mean skin temperature at the end of the experiment was significantly higher in subjects who wore nylon than non-woven and Goretex, and was lowest in those with pesticide-proof clothing made of polyester. (3) Change of heart rate was significantly lower in subjects with Goretex and polyester clothiing than those with non-woven, and in those with nylon, it was highest. (4) Subjective comfort was greater in subjects with Goretex, polyester and nonwoven clothing than nylon, except for thermal sensation. Thermal sensation was greater in order of polyester, Goretex, non-woven and nylon. Thus, it was concluded that pesticide-proof clothing made of Goretex, polyester and non-woven material could reduce thermal stress during the spraying of pesticides in summer.

Key words: pesticide proof clothing, protective clothing, pesticide, comfort

I. 서론

농약의 사용은 농산물 생산량의 증가로 인한 경제적 이익을 주지만 독성으로 인한 농업인들의 농약중독 등 건강이상을 발생시키고 있다. 따라서 농약 살포시 중독을 방지하기 위한 여러 가지 대책이 개발되었고 현재도 진행되고 있으며, 대표적으로 농약방제복 착용과 농약을 살포할 때 지켜야 할 지침을 교육시키는 방법을 들 수 있을 것이다. 그러나 많은 농업인들이 더위 증가와 작업의

본 연구는 2006년도 농촌진흥청 농촌자원개발연구소 박사후 연수과정지원사업에 의해 이루어진 것임.
접수일: 2006년 10월 23일 채택일: 2006년 11월 20일
Corresponding Author: Hwang, Kyoung Sook Tel: 82-31-299-0475 Fax: 82-31-299-0453
E-mail: hks0475@rda.go.kr

불편함을 이유로 방제복을 착용하지 않고 있다.

방제복의 목적이 미세한 액체나 기체 입자가 의복을 통과하지 못하도록 하는 것이기 때문에 방제복 외부에서 농약의 침투를 방지하는 원리에 의해서라면 의복 내부에서 발생하는 불감증설, 땀 등의 통과도 불가능할 수 밖에 없다. 이는 방제복을 착용하고 벼 방제 작업을 할 때 직장온과 심박수가 현저히 높아짐을 통해 인체 내부에서 더위로 인한 스트레스가 증대됨을 알 수 있다(최정화 · 이주영 2002). 특히 고온의 조건에서 방제복을 입고 작업할 때는 땀의 증발이 현저히 억제되기 때문에 피로하게 느끼는 시간도 매우 단축된다. 따라서 쉽게 체력이 저하된다(Holmer 1995).

농민들이 원하는 방제복의 조건은 농약에 대한 방어효과가 있어야 함은 당연하며, 열스트레스가 낮고 작업효율을 떨어뜨리지 말아야 할 것을 들고 있다. 따라서 외부 농약입자의 체내 침투를 막아주는 동시에 신체의 땀과 열을 의복 밖으로 신속히 배출시킬 수 있는 피복 재료와 디자인의 선택 및 개발에 있다고 할 수 있다. 현재 시중에서 판매되는 농약방제복은 나일론 소재에 폴리우레탄 코팅을 하여 농약의 침투를 방지한 제품이 대부분이다. 그러나 이러한 소재는 땀이 전혀 발산되지 않기 때문에 작업으로 인한 더위 축적이 많아진다. 현재 많은 연구자들은 방제복 소재로 투습방수포를 적합하다고 제안하고 있다.

본 연구에서는 인체의 열부담을 줄일 수 있는 농약방제복 소재를 개발하기 위해 일반적으로 가장 우수하다고 평가되는 고어텍스 직물(투습방수필름 있음)과 폴리에스터에 발수가공처리한 직물, 1회용 부직포(투습방수필름 있음), 시중에서 판매중인 나일론 소재 방제복(폴리우레탄 코팅) 등 4종류의 방제복을 대상으로 쾌적성을 평가하였다.

II. 연구방법

1. 환경조건 및 실험기간

실험환경은 30±0.5℃, 60±10%RH이었으며, 노출시간 총 90분 동안 10분 휴식, 10분 운동을 4회 반복하여 총 50분 휴식, 40분 운동을 하였다. 운동은 한국인에게 적절한 step test의 높이인 30 cm를 선택하여(이장소 1989) 선행연구(최정화 · 이주영 2002)에서 농약살포시 측정한 심박수의 평균인 100beats/min(bpm)의 강도로 실시하였다.

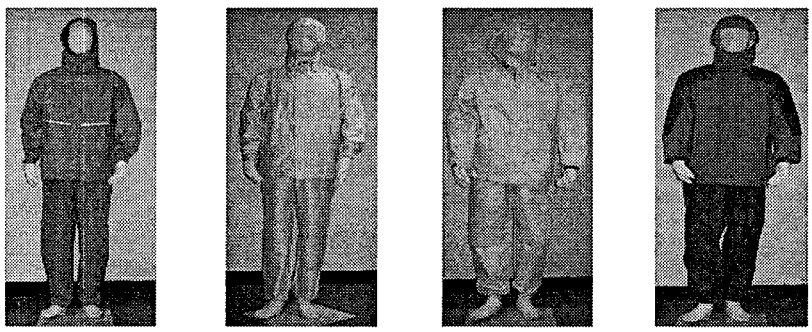

Fig. 1 The design of four pesticide proof clothings

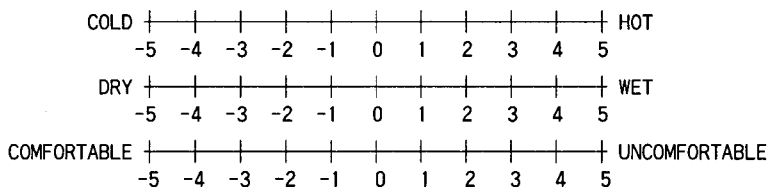

Fig. 2 Subjective Sensation(Winakor, 1982)

실험기간은 2006년 7월부터 8월까지였으며, 반복 실험에 의한 더위 적응이 되지 않도록 실험 횟수를 일주일에 2-3회로 제한하고 방제복의 실험순서도 정하지 않고 무작위로 선택하였다.

2. 피험자 및 실험 방제복

신체 건강한 20대 남자 7명을 대상으로 하였으며, 평균연령은 25.4±2.7세, 키는 173.6±2.5㎝, 몸무게는 73.1±1.9kg, 체표면적(Weight$^{0.425}$×Height$^{0.725}$×72.46)은 1.82±0.4㎡이었다. 실험의복은 방제복 4종류(고어텍스; 877g, 발수가공 처리한 폴리에스터; 508g, 1회용 부직포; 477g, 폴리우레탄 코팅 처리한 나일론; 734g)와 방제복을 입지 않은 경우 등 총 5종류의 실험을 반복하여 1명당 총 10회의 실험을 행하였다. 각 방제복의 형태를 Fig. 1에 제시하였다. 실험동안 내의로 면소재의 민소매 런닝과 사각팬티, 면양말을 입도록 하였다.

3. 측정항목

90분 동안 휴대용 피부온도 측정기(LT 8A, Gram Corp., Japan)로 7부위 피부온도(이마, 배, 위팔, 아래팔, 넓적다리, 종아리, 발등)와 직장온도를 측정하고, 휴대용 자동 온·습도 기억장치(Thermo Recorder RS-10, Tabai Espec Corp., Japan)로 가슴부위 의복내 온도 및 습도를, 심박수 측정기(Polar Sports Tester, Polar Electro INC, Finland)로 심박수를 측정하였다. 평균피부온도는 Hardy와 DuBois에 의한 인체의 안분비율로 계산하였다. 총발한량은 실험 전후의 체중의 변화량에 의해 계산하였고, 등과 넓적다리 부위의 국소 발한량은 여과지법을 이용하였다. 주관적 감각은 Winakor의 11단계 척도를 이용하여 10분 간격으로 측정하였다.

4. 자료 분석

실험에 의해 얻어진 측정치를 SAS(Statistical Analysis System) 통계 패키지를 이용하여 GLM (Generalized Linear Model) 분석을 한 후 유의한 항목에 대해 5% 유의수준에서 Duncan의 다중검정을 행하였다.

III. 결과 및 고찰

실험동안 각 인체 생리반응의 결과를 평균값과 유의차가 있었는지 Table 1에 나타내었다. 결과에 의하면, 직장온, 평균피부온, 심박수, 의복내 온도 및 습도, 발한량, 주관감 모두 유의한 차이

Table 1. Physiological responses during the experiment

Type of pesticide proof clothing	None	Gore-Tex (Coating)	Polyester (Water-repellent treatment)	Non-woven (Coating)	Nylon (Coating)	F-value
T_{re}(℃)	37.35$^{a1)}$	37.36^{a}	37.38^{a}	37.38^{a}	37.59^{b}	96.80***
$\bar{T}_{sk}$(℃)	34.41^{a}	34.92^{c}	34.71^{b}	34.94^{c}	35.62^{d}	460.70***
T_{cl}, chest(℃)	32.92^{a}	33.10^{b}	33.12^{b}	33.24^{b}	34.11^{c}	152.57***
H_{cl}, chest(%RH)	87.96^{a}	92.38^{b}	91.99^{b}	92.46^{b}	96.08^{c}	168.52***
HR(bpm)	89.81^{a}	90.81^{ab}	91.21^{b}	92.99^{c}	102.19^{d}	155.67***
Total body weight loss(g/90min)	397.00^{a}	518.07^{a}	470.60^{a}	552.14^{a}	756.00^{b}	5.248***
Local sweat rate in back(g/12㎠/90min)	0.8971^{a}	1.3447^{a}	1.3455^{a}	1.4401^{a}	2.4634^{b}	2.542*
Local sweat rate in thigh(g/12㎠/90min)	0.2749^{a}	0.3983^{a}	0.3119^{a}	0.3057^{a}	0.6348^{b}	4.058**
Thermal sensation	2.03^{a}	2.29^{b}	2.08^{a}	2.44^{c}	3.32^{d}	174.21***
Humidity sensation	1.89^{a}	2.42^{b}	2.31^{bc}	2.51^{c}	3.39^{d}	140.83***
Thermal comfort	1.51^{a}	2.15^{b}	2.14^{b}	2.27^{b}	3.18^{c}	155.67***

[1)]Values with different letters within a same row are significantly different by Duncan's multiple range test (*; P<.05, **; P<.01, ***; P<.001)

를 보였다.

1. 직장온도

Fig. 3에서 알 수 있듯이 더위 노출이 지속되면서 직장온도가 계속 상승되었다. 현재 시중에서 판매되는 나일론 소재(이하 나일론)의 방제복을 착용한 경우(37.59℃) 유의하게 높았다 ($p<.001$). 나머지 3종류, 고어텍스(37.36℃)와 방수필름을 넣지 않고 표면을 발수가공한 폴리에스터(37.38℃), 부직포 소재(37.38℃)는 차이가 없었으며 방제복을 착용하지 않은 경우(37.35℃)와도 유의차를 보이지 않았다.

서열작업시 직장온도는 38℃ 이상을 넘어서는 안 되며(ACGIH), 장시간은 위험하지만 간헐적인 38~39℃까지의 범위는 안전하다고 알려져 있다(WHO). 따라서 4종류의 방제복 중 나일론 소재를 착용하였을 때 직장온도가 가장 높아서 더위로 인한 스트레스가 매우 높았음을 알 수 있었다.

일반적으로 인체가 의복을 착용하였을 때 쾌적하게 느끼게 하는 물리적 영향인자는 전도, 수증기 저항치, 공기투과도, moisture-holding ability, wind resistance 등이다. 주관적 영향인자는 의복의 크기, fit성, 촉감 등이며 fit성을 구성하는 인자는 착용자의 의복으로부터 오는 심리적 만족감, 의복과 몸 사이의 접촉상태(혈류저하, 피부찰과성, 신체 온도 및 습도 상승 등)이다. 그러나 쾌적성을 결정하는 가장 큰 요인은 체온(body temperature)이다. 따라서 고온환경에서 운동시 직장온도와 피부온도의 상승을 낮출 수 있다면 쾌적한 의복이라고 평가할 수 있을 것이다.

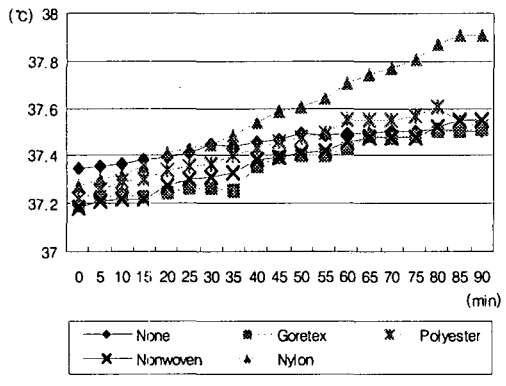

Fig. 3. Changes of rectal temperature

2. 평균피부온도

방제복별 평균피부온도의 변화를 Fig. 4에 제시하였다. 휴식과 운동을 반복하면서 피부온도도 상승과 하강을 반복함을 볼 수 있다. 방제복을 착용하지 않은 경우(34.41℃)가 가장 낮고 다음은 방수필름을 넣지 않고 표면을 발수가공한 폴리에스터 소재의 방제복(34.71℃), 고어텍스(34.92℃), 부직포(34.94℃), 나일론 소재 방제복 순으로 높았다($p<.001$). 고어텍스와 부직포 간에는 유의차를 보이지 않았다. 따라서 4 종류의 방제복 중 폴리에스터 소재를 착용하였을 때 피부온도가 가장 낮고 현재 시중에서 판매되는 나일론 소재의 방제복이 가장 높았다.

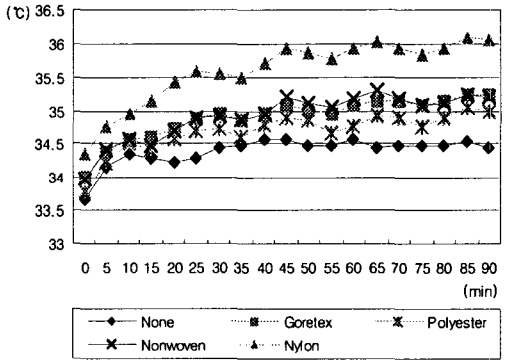

Fig. 4. Changes of mean skin temperature

3. 심박수

방제복에 따른 심박수 변화는 Fig. 5와 같다. 피부온도의 변화와 같은 양상으로 휴식과 운동을 반복하면서 심박수의 상승과 하강이 반복됨을 알 수 있다. 방제복별로 비교하면, 고어텍스와 폴리에스터 소재의 방제복을 착용하였을 때 90.81bpm, 91.21bpm의 평균값으로 가장 낮은 심박수를 나타내었으며, 다음으로 부직포 92.99bpm, 마지막으로 나일론 소재일 때 102.19bpm으로 유의하게 높았다.

인체의 생리변화를 가장 객관적으로 반영하다고 알려진 직장온도와 피부온도, 심박수 결과를 종합한 결과, 고어텍스와 폴리에스터 소재의 방

제복이 열부담 상승을 저하시켜 가장 쾌적하며, 다음으로 부직포, 마지막으로 나일론 소재가 방제작업으로 인해 발생하는 열부담을 전혀 줄여주지 못함을 알 수 있었다.

정영옥(1995)이 소개한 미시간주의 연구사례에서는 타이벡(100% 올레핀 섬유의 부직포로 폴리에틸렌 코팅된 1회용 직물), 고어텍스(표면이 100% 나일론 3겹의 라미네이트 직물), 샴브레이(평직의 면직물) 소재로 방제복을 제작하여 실험한 결과 고어텍스 소재로 된 옷이 가장 쾌적하였다. 이러한 결과는 본 연구와 같았다(정영옥 1995).

섬유에 부여되는 기능성은 대부분 단독으로 혹은 복합적으로 섬유에 부여되며, 그 중에는 방수성, 투습성과 같은 서로 상반되는 성질의 기능도 있다. Gore-Tex는 PTFE(Polytetrafluoroethylene) 다공질 필름을 원단에 라미네이트한 것으로 앞서 말한 기능의 복합화를 실현시킨 혁신적인 소재였으며, 이 구조는 투습방수 소재의 기본원리가 되었다. 1970년대 도입된 투습방수 소재는 현재는 기술적으로 성숙기에 접어들었으며 레저스포츠가 생활의 일부로 정착되면서 스포츠웨어뿐 만 아니라 스트리트(street) 패션으로 사용범위가 확대되어 여러 가지 기능을 갖는 투습방수 소재가 요구되고 있다. 최근에는 이러한 투습방수 소재에 다양한 기능을 복합화하는 경향을 보이고 있다. 스판덱스 혼입 필라멘트 또는 권축가공사로부터 만든 직물, 편성물을 무장력 상태의 기포에 코팅시키는 방식 또는 별도의 기포에 코팅한 수전사, 접착시키는 방식에 의하여 미다공질 코팅피막을 형성시키는 방법을 통한 스트레치형 투습방수 소재의 개발이 그 한 예이다. 나노 표면가공을 통한 방수성 부여로 방수성은 유지하면서 투습성을 향상시키는 소재의 개발도 이루어지고 있으며 최근에는 경량화 및 캐주얼화 경향에 따라 20d 이하의 細섬도사를 이용한 초경량 박지의 고기능화 및 소프트쉘 소재에 대한 관심이 증가하고 있다. 소프트쉘(Soft Shell)은 하드쉘과 달리 부드러우면서 스트레치성을 갖는 방수, 방풍, 발수 기능을 지닌 원단을 말한다(한국섬유산업연합회 2005).

그러나 이러한 장점에도 불구하고 경제적인 면

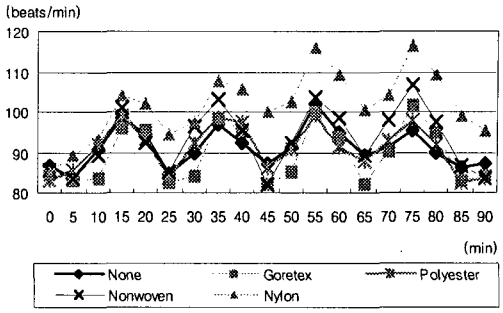

Fig. 5. Changes of heart rate

에서 고어텍스 소재를 방제복으로 적용하기가 어렵다. 실제로 방제복 착용을 꺼리는 이유 중 경제적인 문제가 꼽히고 있는 실정이다(정영옥 1995).

이를 해결하기 위해 일부 연구자들은 농약의 침투에 대한 안전성, 열축적의 스트레스를 줄일 수 있는 쾌적성, 가격 등을 모두 만족시키기 위한 소재의 선택으로 면을 방수 처리한 소재를 방제복으로 제작하여 평가하기도 하였다(Hayashi & Tokura 2000). 그 결과로 쾌적성이 고어텍스만큼 우수함이 증명되기도 하였으나 농약의 침투에 대한 안전이 보장되지 못하였다.

본 연구의 4종류 방제복 소재는 노동부(2004)(보호구성능검정규정-제 6면 안전장갑 및 제 12편 보호복 규격(노동부 고시 제 2004-49호) 고시에 의한 유기화합물용 보호복으로서 화학물질이 통과하지 않는 안전수준으로 제시한 3.5kPa 이상의 침투저항값을 가지고 있었다. 따라서 고어텍스와 더불어 발수도를 높게 하여 가공처리한 폴리에스터 직물은 농약방제복으로서 안전성과 쾌적함이 증명되었다.

4. 의복내 기후

소재에 따른 방제복간 가슴 부위 의복내 온도와 습도를 Fig. 6에 제시하였다. 의복내 온도와 습도 모두 고어텍스와 폴리에스터, 부직포 간에는 유의차가 없었으며, 나일론 소재가 가장 높은 값을 나타내어 방제복 착용시 의복 내에 발생하는 불감증설 및 땀의 발산이 거의 되지 않음을 알 수 있었다. 나일론 소재의 방제복을 제외하고, 운동의 유무에 의한 값의 변화는 피부온도, 심박

수와 달리 보이지 않았으나 직장온도, 의복내 온도, 의복내 습도 항목에서는 모두 실험 후반부에 값의 상승이 둔화되었다.

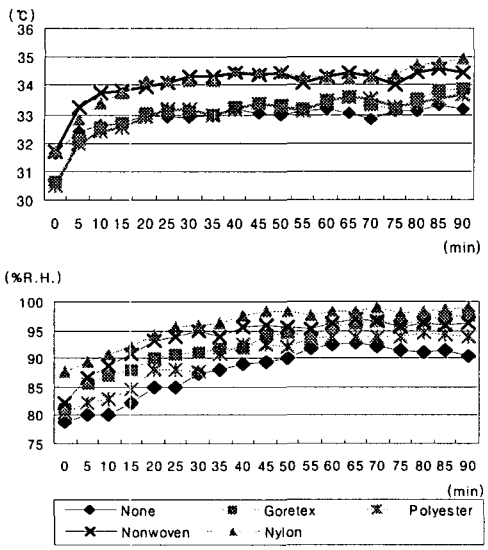

Fig. 6. Changes of clothing microclimate

5. 발한량

착용시 발생한 방제복 간에 총발한량, 등과 넓적다리 부위에서의 국소발한량 결과는 Table 1에 제시하였다. 총발한량, 국소발한량 모두 방제복을 입지 않았을 때, 고어텍스, 폴리에스터, 부직포 소재의 방제복간에는 유의한 차이를 보이지 않았고, 나일론 소재의 방제복만 유의하게 많은 값을 나타내 착용시 더위로 인한 스트레스가 매우 증가하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 직장온, 심박수, 피부온 항목에서 유의한 상승을 보인 결과와 일치한다.

6. 주관적 감각

방제복 간에 주관적 감각을 온열감, 습윤감, 쾌적감 순으로 시간의 변화에 따라 Fig. 7, 8, 9에 나타내었다. 모든 의복 착용에서 운동의 유무에 의해 주관감의 변화를 보였다.

온열감(Fig. 7)에서는 폴리에스터 착용이 가장 덜 덥다고 답하였으며 다음으로 고어텍스, 부직포, 나일론 순이었다. 습윤감(Fig. 8)에서도 비슷한 결과를 보였으며, 쾌적감(Fig. 9)에서는 고어텍스, 폴리에스터, 부직포 간에는 유의차가 없었고 나일론만 매우 불쾌한 것으로 나타났다. 따라서 주관감에서도 위의 생리반응결과와 마찬가지로 고어텍스, 폴리에스터 방제복이 가장 쾌적하고 다음으로 부직포, 나일론 소재의 방제복 순으로 불쾌감을 나타내었다.

농민들이 원하는 방제복의 조건은 농약에 대한 방어효과가 있어야 함은 당연하며, 열스트레스가 낮고 작업효율을 떨어뜨리지 말아야 할 것을 들고 있다. 방제복 착용의 첫 번째 문제점은

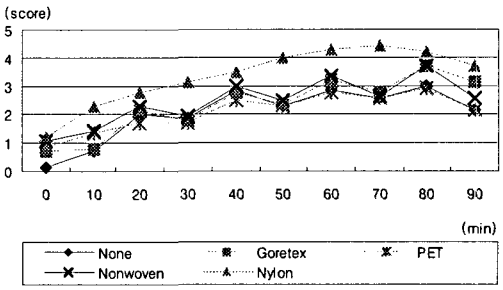

Fig. 7. Changes of thermal sensation

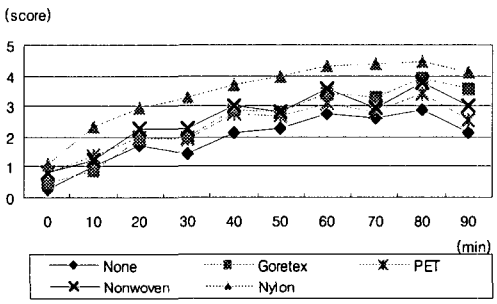

Fig. 8. Changes of humidity sensation

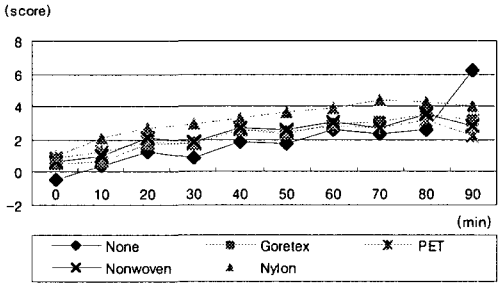

Fig. 9. Changes of thermal comfort

입으면 덥고 불쾌함, 둘째 일의 능률감소 즉 동작적응성이 낮고 비정상적인 생리상태에 의해 2차적으로 나타나는 체력의 저하에 따른 것이다(유경숙 2004). 그러므로 인체 생리반응결과에 의한 객관적인 방제복의 쾌적성 결과뿐만 아니라 피험자의 주관적 감각의 결과 모두 쾌적한 의복으로 평가되는 방제복을 개발하는 것이 농작업자의 방제복 착용비율을 높일 수 있는 대책일 것이다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 인체의 열부담을 줄일 수 있는 농약방제복 소재를 개발하기 위해 일반적으로 가장 우수하다고 평가되는 고어텍스 직물(투습방수필름 있음)과 폴리에스터에 발수가공처리한 직물, 1회용 부직포(투습방수필름 있음), 시중에서 판매 중인 나일론 소재 방제복(폴리우레탄 코팅) 등 4종류의 방제복을 대상으로 쾌적성을 평가하였다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 직장온 변화의 결과에서는, 현재 시중에서 판매되는 나일론 소재(이하 나일론)의 방제복을 착용한 경우(37.59℃) 유의하게 높았다($p<.001$). 나머지 3종류, 고어텍스(37.36℃)와 방수필름을 넣지 않고 표면을 발수가공한 폴리에스터(37.38℃), 부직포 소재(37.38℃)는 차이가 없었으며 방제복을 착용하지 않은 경우(37.35℃)와도 유의차를 보이지 않았다.

2. 피부온 변화의 결과에서는, 방제복을 착용하지 않은 경우(34.41℃)가 가장 낮고 다음은 방수필름을 넣지 않고 표면을 발수가공한 폴리에스터 소재의 방제복(34.71℃), 고어텍스(34.92℃), 부직포(34.94℃), 나일론 소재 방제복 순으로 높았다($p<.001$). 고어텍스와 부직포 간에는 유의차를 보이지 않았다.

3. 심박수 변화의 결과에서는, 고어텍스와 폴리에스터 소재의 방제복을 착용하였을 때 90.81bpm, 91.21bpm의 평균값으로 가장 낮은 심박수를 나타내었으며, 다음으로 부직포 92.99bpm, 마지막으로 나일론 소재일 때 102.19bpm으로 유의하게 높았다.

4. 의복내 온도와 습도 모두 고어텍스와 폴리에스터, 부직포 간에는 유의차가 없었으며, 나일론 소재가 가장 높은 값을 나타내어 방제복 착용시 의복 내에 발생하는 불감증설 및 땀의 발산이 거의 되지 않음을 알 수 있었다.

5. 발한량 결과에서는, 고어텍스, 폴리에스터, 부직포 소재의 방제복간에는 유의한 차이를 보이지 않았고, 나일론 소재의 방제복만 유의하게 많은 값을 나타내 착용시 더위로 인한 스트레스가 매우 증가하고 있음을 알 수 있다.

6. 주관감 결과에서는, 고어텍스, 폴리에스터 방제복이 가장 쾌적하고 다음으로 부직포, 나일론 소재의 방제복 순으로 불쾌감을 나타내었다.

이상과 같이 인체의 생리반응 중 직장온도, 피부온도, 심박수, 의복내 온습도와 주관적 감각 결과를 종합한 결과, 고어텍스와 폴리에스터 소재의 방제복이 열부담 상승을 저하시켜 가장 쾌적하며, 다음으로 부직포, 마지막으로 나일론 소재가 방제작업으로 인해 발생하는 열부담을 전혀 줄여주지 못함을 알 수 있었다. 그러므로 인체 생리반응결과에 의한 객관적인 방제복의 쾌적성 결과뿐만 아니라 피험자의 주관적 감각의 결과 모두 쾌적한 의복으로 평가되는 방제복을 개발하는 것이 농작업자의 방제복 착용비율을 높일 수 있는 대책일 것이다.

참고문헌

노동부(2004) 보호구성능검정규정 -제6편 안전장갑 및 제12편 보호복 규격- (노동부고시 제2004-49호).

유경숙(2004) 농약살포자의 방제복 미착용 요인 및 착용감 개선방안 고찰. 한국생활과학회지 13(5), 777-785.

이장소(1989) 한국인의 Step Test 기준치 설정에 관한 연구. 한국체육학회 28(2), 179-188.

정영옥(1995) 농약방제복의 기능성과 쾌적성. 농촌생활과학 16(2), 55-58.

최정화 · 이주영(2002) 농약방제 작업자의 작업환경 및 노동부담 평가. 한국의류학회지 26(11), 1672-1681.

한국섬유산업연합회(2005) 정보자료 2005-2 최신섬유기술 동향, 59-60.

Hayashi C, Tokura H(2000) Improvement of thermophysiological stress in participants wearing protective clothing for spraying pesticide, and its application in the field, Int Arch Occup Environ

Health 73, 187-194.

Hinz T, Hoernicke E(2000) Performance criteria for PPE in agri- and horticulture, direct.bl.uk/research/47/0D/RN081817613.html.

Holmer I(1995) Protective clothing and heat stress. Ergonomics 38, 166-182.

Holmer I(2006) Protective clothing in hot environments. Industrial Health 44, 404-413.