농약살포자의 방제복 미착용 요인 및 착용감 개선 방안 고찰

A survey on the reason for low acceptability and proposal for its improvement for protective clothing in pesticide applicators

유 경 숙*
군산대학교 의류학과

Kyung-Sook You
Department of Clothing and Textiles, Kunsan National University

Abstract

We intend to analyze reasons for low acceptability of protective clothing in pesticide-spraying farmers in Korea, and to use the information for designing new clothing with better acceptability. To understand the attitude of farmers toward wearing protective clothing during spray, a survey was performed on 256 farmers. It is evident that the stress, which is caused by inadequate body temperature regulation, and its accompanying physiological responses are two of the leading factors for the low acceptability of protective clothing. Although the cost of clothing is not an important factor currently, low cost clothing is desirable in the future. Fancy of design is unimportant for new clothing. The results are discussed in conjunction with a desirable research focus for new types of protective clothing. Efforts should be made to ameliorate thermal stress through protective material development and garment design.

Key Words : protective clothing, thermal stress, clothing design

Ⅰ. 서론

거의 모든 농약은 인간에게 해를 미치는 화학물질로 구성되어 있어서 이에 장기간 노출된 농약살포자, 즉 농부는 다양한 종류의 상해를 받게 될 가능성을 많이 가지고 있다.

우리나라의 농부들이 얼마나 심각한 농약중독 증세로 인해 고통 받고 있는가를 살펴본 바(Shin et al., 1998)에 의하면 조사자의 21.9%가 농약에 의한 것으로 생각되는 증상을 자각한 경험이 있다고 응답하였다. 이들 중 18.8%는 경미한 증상을 느꼈지만 2%의 응답자는 심각한 수준의 영향을 경험하였다고 답하고 있다. 분석결과 중독사고는 성별, 연속 살포일수, 살포지속시간, 살포방법의 준수에 대한 교육 등이 중요한 인자로 작용한다고 평가되었다. 이 조사는 이미 5년 이상 전에 수행된 결과이지만 아주 최근 전남의 나주, 해남, 화순지방에서 조사된 상황(동아일보 2003년 8월 29일 26면 기사)을 살펴보면, 조사농민 668명의 67.5%가 경미하든 심각하든 간에 농약중독으로 추정되는 자각증상을 경험한 바가 있다고 답하고 있다. 이런 보고로부터, 과학기술이 발달하여 대부분의 산업분야에서 직업병을 방지하기 위해 많은 예산을 소요하고 있는 오늘날에도 농부들은 직업적 상해의 일종으로서 농약에 노출됨으로써 적지 않은 건강상의 위해를 받고 있다고 판단할 수 있을 것이다.

경작하는 작물의 종류, 발생하는 질병 또는 작물생장 과정에서의 필요등에 따라서 다른 종류의 농약이 사용되고 있다. 또한 나라별로 농약의 개발수준이 다르기 때문에 활용하고 있는 농약의 종류는 다소 차이가 있다. 인간에 대한 위해성도 어떤 농약에 노출되었느냐에 따라 그 종류나 심각성은 달라질 것이다. 이와 같이 사용하는 농약의 종류는 작물의 종류나 각 나라의 개발수준에 따라 다소의 차이는 있으나, 현재는 국제적으로 무역이 활발하고 농약은 비교적 저가의 화학물질이므로 전 세계적으로

* Corresponding author: Kyung-Sook You
Tel: 016-637-1071
E-mail: ksyou@kunsam.ac.kr

사용되는 농약은 비슷하다고 볼 수가 있을 것이다.

본 연구를 통해 농민들이 농약을 살포할 때 방제복을 착용하는지, 착용하지 않는 경우에는 그 이유가 무엇인지를 조사함으로써 방제복을 개발하려고 할 때 어떤 특성을 가장 많이 고려해야 할 것인가를 파악하고자 하였다.

선·후진국을 통틀어서 농약의 노출로 인해 나타난 최근의 보고내용을 Table 1에 요약하여 보았다. 이 표에서 지적하듯이 방제복의 미사용이 가장 중요한 원인으로 분석되며 이에 대한 대책으로 농약살포자에 대해 농약 위해성에 대한 교육을 지속하고 방제복을 착용하도록 유도하는 것이 현재로서는 가장 효과적인 대책인 것으로 제안되고 있다. 예를 들어 미국 위스콘신 주 목축업에 종사하는 400명의 농부들을 대상으로 비교 연구한 바에 의하면 연간 4 회 각회 당 3시간의 교육을 통해서 농약의 위해성, 농약에 노출되는 상황에 대한 simulation, 방제복의 필요성 등에 대한 교육을 시킨 후 조사해 보면 방제복의 사용횟수의 증가 및 사용농약의 감소 등 교육효과가 나타남을 확인 할 수 있다(Perry & Layde, 2003).

미국 서부의 전통적 농업지역인 아이오와주 50 가구에 대한 조사결과(Curwin et al., 2002)를 보면 살포시 보통 트랙터 등 장비를 사용하지만 방제복은 착용하지 않고 옥수수에 농약을 살포하며 살포에 사용한 작업복이나 신발을 집안에 가지고 들어감으로써 직접 농약의 살포에 참여하지 않은 가족들도 농약에 노출될 가능성도 있다고 지적하고 있다. 다양한 효율적인 방제복이 이미 개발되어 있고, 저렴한 방제복의 공급으로 구입하는 데에는 경제적 어려움이 별로 없는 것으로 보이는 현재에도 선진국이나 후진국 모두 이와 같이 농약에 노출되는 예가 많이 보고되는 것을 보면 방제복이 없어서가 아니라 방제복을 입기를 꺼리기 때문인 것은 확실하다. 실제로 위에서 언급한 국내 일간지의 조사결과에 따르면 여러가지 이유로 조사자의 52.1%는 농약안전장비(포괄적인 의미의 농약방제복)를 구입할 의사가 없다고 답하고 있다.

<Table 1> Examples of recent reports on pesticide intoxication episodes

Country	Subjects	Exposure or Symptoms	Cause	References
Austrailia	28 workers	chemical detection on skin	PC	Cattani et al., 2001
USA	50 homes	4-9%	PC, work clothing handling	Curwin et al., 2002
	891 black farmers 11,909 white farmers	headache, ess, dizziness, skin irritation, chest discomfort, nervousness, depression	NS	Martin et al., 2002
	15 custom sprayers	chemical detection in handwash	PC (glove)	Hines et al., 2001
Brazil	NS	NS	NS	Waichman et al., 2002
Canada	126 farmers	detection of pesticide in urine	NS	Arbuckle et al., 2002
Italy	5 greenhouse workers	detection in handwash, breath, and urine	PC	Aprea et al., 2001
Denmark	116 greenhouse workers	genetic toxicity	PC	Lander et al., 2000
Nicaragua	1,200 farmers	AChE reduction	PC	Hruska & Corriols, 2002
Taiwan	one plastic recycle worker	vomitting, cold sweating, reduced AChE	PC	Wnag et al., 2000
Tanjania	240,000 coffee farmers	133 persons depression	NS	Ngowi et al., 2001
Thailand	582 farmers	AChE reduction	PC	Kunstadter et al., 2001
Turkey	66 persons	DNA damage	PC	Undeger & Basaran, 2002
UK	workers in 20 ship farms	neurological symptoms, unrinary pesticide metabolite	PC	Buchanan et al., 2001
Zimbabwe	NS	NS	PC	Maumbe and Swinton, 2003

PC denotes that the primary cause is related to inappropriate protective clothing.
NS denotes specifics are not available.
AChE (acetylcholinesterase) reduction is an indicator for the organophosphate insecticide intoxication.

Ⅱ. 농약 방제복 미착용 요인 관련 연구 고찰

1. 농약살포와 열스트레스

방제복의 정의가 의미하듯이, 농약방제복은 열 및 습기의 유통을 제한하는 재질로 만들어질 수 밖에 없기 때문에 착용자에게 적절한 열의 발산을 방해하여 상당한 열 축적을 유발한다. 게다가 일반적으로 농약의 살포는 년 중 기온이 높은 시기인 늦봄-초가을사이에서 집중적으로 수행된다. 따라서 농약살포시는 살포작업으로 인해 발생하는 체온의 상승에 추가하여 높은 대기의 온도가 살포자에게 고도의 열스트레스를 가하게 된다(Melin & Savourey, 2001). 농약살포자는 농약의 노출에 따른 화학적 위해와는 별도로 작업자체로 부터 단기간의 안전 및 장기간의 건강문제에 영향을 받게 될 것 것이다. 특히 농업종사자가 고령화 해가는 현실에 비추어 순환기 기능 등에 일정 장애를 가지고 있는 살포자의 경우에는 방제복의 착용이 급성적으로 위험한 요인이 될 가능성도 있다. 방제복을 입었을 때는 스트레스를 유발하는 체온의 시발점을 낮추는, 즉 쉽게 스트레스 상태로 되는 문제를 가지고 있다. 농약방제복의 경우에는 정확하게 측정하지 않았지만 농약방제복과 동등한 목적을 가진 군사용 방제복을 착용하고 중등-고등도의 작업을 수행한 군인들에서 측정한 바에 의하면 스트레스를 느끼기 시작하는 온도가 방제복을 착용했을 때 현저하게 저하함이 보고되었다(Havenith and Vrijkotte, 1994). 농약방제복은 실제로는 다른 화학물질에 대한 방제복으로 고안된 후 농약살포용으로 활용되고 있다.

특히 고온의 조건에서 방제복을 입고 작업할 때는 땀의 증발이 현저히 억제되기 때문에 피로하게 느끼는 시간도 매우 단축된다(Holmer, 1995). 이때 발생하는 열투과성 장해는 체온, 맥박 및 혈압의 상승을 초래하기 때문에 정상적 조건하에서 작업할 때와 비교하면 상당한 양의 에너지를 소모하게 될 것이다(Richardson and Capra, 2001). 고체온과 과도한 발한작용이 순환기계내의 혈액용적을 감소시키지만, 근육에의 적절한 혈액공급과 체열발산을 위해서 심장이 과도한 일을 수행하는 과정에서 심장마비가 발생할 소지가 크다(Melin and Savourey, 2001). 우리나라의 농가에서 중요한 농장의 하나인 논에서 방제복을 착용하고 살포작업을 할 때 현저한 직장온도와 맥박의 상승이 측정된다(최정화와 이주영, 2002). 정신적으로는 사고력의 저하와 주의력의 약화를 초래하기도 한다(이창민, 2001). 이러한 방제복이 주는 부정적인 경험의 영향 때문에 새로운 타입의 방제복에 대해서도 착용에 대한 거부감을 가지고 있는 것이 일반적이다(Raheel, 1994). 보통 방제복의 불투과성 뿐만 아니라 내부에 형성되는 공기층이 열의 발산과 수증기의 증발을 차단하는 원인도 되므로 동일한 재질로 구성된 방제복도 어떠한 앙상블로 되어 있는가에 따라 스트레스를 가하는 정도도 달라진다(Bouskill et al., 2002).

<Table 2> Physiological effects of protective clothing

Category	Effects
General effects	Psychological effect Visual function impairment Auditory function impairment Fatigue Discomfort
Movement effects	Restriction of behavior Speed reduction Accuracy reduction Strength reduction
Work energy	Increased consumption
Physiological effects	Body temperature elevation Heart rate increase Blood pressure increase Sweating

2. 방제작업 노동과 체열의 생성

인간의 정상적인 체온은 약 37℃이다. 정상적으로 체온은 생성된 체온과 발산된 체온의 균형을 통해서 이루어진다. 휴식시에 신체가 호흡이나 심장의 운동 같은 기초적인 기능을 하는 데에 필요한 열을 기초대사량만 필요로 하지만, 일을 할 때는 근육에 산소와 영양소를 공급하기 위해서 추가적 대사활동이 필요하다. 체온 상승은 이 대사량과 직접적인 관련이 있다. 즉 근육이 기계적인 일을 하기 위해 영양소를 산화할 때 생성된 에너지는 완벽하게 활용되지 못하고 일부는 외부로 발산되어서 체온을 증가시킨다. 마치 내연기관에서 연료를 산화시키고 생성된 대부분의 에너지는 실제로 동력을 움직이는데 활용되지 못하고 외부로 방출되는 것과 유사하다. 그런 측면에서 인체도 연료효율이 좋은 동력기관은 아닌 셈이다. 대부분의 일에 있어서 연료효율은 오히려 영에 가깝다고 할 정도이다. 따라서 일에 활용되지 못한 여분의 열이 많이 생성되며, 이 활용되지 못한 에너지(열)이 원활하게 외부로 방출되지 않으면 인체는 심각한 상황에 처한다고 한다.

이와 같이 체내에서 생성된 체열은 몇 가지의 방법으로 방출된다. 제일 중요한 것이 대류로서 바람(공기)가

피부를 통과해 갈 때 공기의 온도는 특별한 상황을 제외하고는 체온(37℃)보다는 낮을 것이기 때문에 체열이 피부에서 공기로 전이된다(Holmer et al., 1999). 다음의 열 방출방법은 증발에 의한 것이다. 피부에서 발한작용이 일어나기 때문에 피부로 배출된 땀에서 다량의 열이 방출된다. 또 보통 흡기의 온도가 배기보다 낮고 건조하기 때문에 증발에 의한 열 발산작용은 폐를 통한 호흡에서도 나타난다. 조건에 따라 폐를 통해서 총 체생산 열의 10% 정도까지 방출된다고 한다(Havenith et al., 1999). 세 번째는 전기자장 복사로서 이 기능도 제법 중요한 요소이다. 체온과 대기온도에 차이가 있을 때 복사에 의해 적지 않은 열이 발산된다. 마지막으로 전도는 대체적으로 중요한 역할은 하지 못한다. 단지 논에서 살포작업을 할 경우 신발이 담겨져 있는 시원할 물을 통해서 체온이 다소 하강할 것으로 추정된다.

3. 농약방제복의 착용현황 파악

전북 부안군, 군산시, 김제시에 소재한 조사지역을 방문하여 설문지의 내용을 이해시킨 후에 직접 작성하였다. 사용한 설문지는 방제복과 부속 방제기구의 사용여부에 대한 설문으로 구성되었다. 조사는 2003년에 실시하였으며, 농약의 살포가 주로 진행되는 시기인 5월-10월 사이에 비교적 소규모의 농사를 짓는 256가구를 대상으로 수행하였다. 일반적으로 과거 1년간의 내용에 대한 조사를 하고, 결과를 전체 응답자에 대한 빈도(%)로 표현하였다.

총 응답자 256명 중 대부분(98%)인 256명은 어떤 형태이든 방제복을 착용하는 듯 하였으나, 많이 착용하는 것은 두부를 가리는 모자 정도였으며 가장 보호효과가 크고 중요한 전신방제복의 사용은 바람직하지 못한 수준이었다(Table 3).

<Table 3> Protective measures worn during pesticide spray in the past one year

Protected body parts	Rate (%)				
	Always	Usually	Seldom	Never	No response
Whole body	15.4	20.5	41.0	19.9	3.2
Face	28.2	14.7	75.7	49.3	32.1
Arm & hand	16	30.2	51.9	71.9	30
Head	63.5	17.9	3.2	9.6	5.8
Leg & foot	3.2	12.2	67.9	83.8	32.9

Data from 256 farmers in Chonbuk Province surveyed in May through October 2003.

농약살포시 방제복의 사용빈도가 낮은 이유를 알기위해서 조사한 내용을 Table 4에 요약하였다. 예상하였던 대로 80%이상의 응답자는 덥고 작업이 불편하다는 이유를 들었다. 또한 상당히 많은 응답자는 단지 옷을 바꿔 입는 것이 귀찮다고 하였는데 이는 농약의 독성에 대해서 매우 안이한 생각을 하고 있음을 반영한다. 즉, 농약이 별로 독하지 않을 것이란 막연한 믿음에 그 원인이 있을 것으로 판단된다.

선진국인 미국에서의 조사결과(Curwin et al., 2002)를 보면 살포시 보통 트랙터 등 장비를 사용하지만 방제복은 착용하지 않고 옥수수에 농약을 살포하며 살포에 사용한 작업복이나 신발을 집안에 가지고 들어감으로써 직접 농약의 살포에 참여하지 않은 가족들도 농약에 노출될 가능성도 있다고 지적하고 있다. 다양한 효율적인 방제복이 이미 개발되어 있고, 저렴한 방제복의 공급으로 구입하는 데에는 경제적 어려움이 별로 없는 것으로 보이는 현재에도 선진국이나 후진국 모두 이와 같이 농약에 노출되는 예가 많이 보고되는 것을 보면 방제복이 없어서가 아니라 방제복을 입기를 꺼리기 때문인 것은 확실하다. 실제로 위에서 언급한 국내 일간지의 조사결과에 따르면 여러 가지 이유로 조사자의 52.1%는 농약안전장비를 구입할 의사가 없다고 답하고 있어서 농약의 독성에 대한 인식수준이 적극적으로 방제복을 착용할 정도의 수준을 넘지 못한다고 판단된다.

농민들이 원하는 방제복의 조건은 농약에 대한 방어효과가 있어야 함은 당연하며, 열스트레스가 낮고 작업효율을 떨어뜨리지 말아야 할 것을 들고 있다(Table 5). 그러나 가격에 대해서도 적지 않은 신경을 쓰고 있음도 확인이 된다. 이는 농민들의 경제적 수준이 전반적으로 낮은 편으로 방제복을 위한 지출에도 걱정이 된다는 증거이다.

방제복의 정의가 의미하듯이, 농약방제복은 열 및 습기의 유통을 제한하는 재질로 만들어질 수 밖에 없기 때문에 착용자에게 적절한 열의 발산을 방해하여 상당한 열 축적을 유발한다. 거기다가 일반적으로 농약의 살포는 년 중 기온이 높은 시기인 늦봄-초가을사이에서 집중적으로 수행된다. 따라서 농약살포시는 살포작업으로 인해 발생하는 체온의 상승에 추가하여 높은 대기의 온도가 살포자에게 고도의 열스트레스를 가하게 된다(Melin & Savourey, 2001). 농약살포자는 농약의 노출에 따른 화학적 위해와는 별도로 작업자체로 부터 단기간의 안전 및 장기간의 건강문제에 영향을 받게 될 것 것이다. 특히 농업종사자가 고령화 해가는 현실에 비추어 순환기 기능 등에 일정 장애를 가지고 있는 살포자의 경우에는 방제복의 착용이 급성적으로 위험한 요인이 될 가능성도 있다.

화학물질을 취급하는 작업을 수행할 때는 대기온도가 낮을 경우도 있고 높을 경우도 있어서, 화학방제복은 낮은 온도에서 작업하는 경우에는 열의 발산에 대한 차단효과가 오히려 바람직한 요인이 될 것이다. 한편 농약방제복은 높은 온도에서 주로 사용되므로 열차단 효과는 별로 유리하지 못한 요인이다. 이런 차단효과는 아주 빠른 시간내에 작업자에게 땀이 나게 하므로 착용자는 대단히 불쾌감을 느끼게 될 것이다. 한편 방제복이 주는 열스트레스와 농약방어효과는 분리하기 어려운 특성이기도 하다. 즉 방어효과는 농약의 침입통로를 차단하기 때문에 얻어지는 결과이다. 따라서 이 문제는 두 가지 측면을 적절히 조화시킴으로서, 즉 방어효과를 다소 희생해서라도 열스트레스를 수용할 수 있는 수준으로 경감시킬 수 있다면 농민들의 착용율을 현재보다는 촉진시킬 수는 있다고 판단된다.

농약살포시 방제복만 착용한다면 농약중독으로 인한 심리적 및 실질적 피해를 상당히 줄일 수가 있으나 방제복을 입기를 꺼리는 이유는 우선 답답하고 불쾌하게 느낀다는 것이다. 답답하고 불쾌하게 느끼는 것은 방제복이 체열의 발산을 방해하여 작업자는 비정상적인 생리상태로 되며, 이 상태로는 작업을 지속할 수 없다고 느끼기 때문이다(Table 4). 방제복이 생리적 기능에 미치는 영향은 다양한 형태로 나타나지만 핵심이 되는 원인은 체열의 발산을 방해하는 것이다. 같은 사람도 날씨가 선선하면 방제장비를 잘 갖추고 작업을 하게 되지만 더운 날에는 모자, 반바지, 반팔 옷 등 간단한 복장으로 위험한 농약을 뿌리는 경향이 뚜렷하다(Staiff et al, 1982). 이들은 찜통같은 더위에서 방제복을 입고 작업하다 더위를 먹느니 농약에 좀 노출되는 편이 오히려 몸에 낫다고 생각한다고 한다. 상당수의 농약은 정상적인 조건에서 피부가 침투에 매우 중요한 경로(Wolfe, 1973)이기 때문에 이는 매우 우려할 만한 생각이다. 두 번째, 방제복의 종류에 따라 차이는 크지만 방제복을 착용함으로써 일의 능률이 감소하는 것이다. 이 일의 능률 저하 부분은 다시 두 가지 측면을 내포하고 있는데, 방제복이 거추장스러워 작업시 필요한 행동인 몸을 뻗치거나 보행 등에 지장을 받는 것이 그 중 하나이다. 농약은 농작물이 자라고 있는 곳에서 살포해야 하는 경우가 많아서 특히 농작물이 무성하게 자란 상태에서는 작업에 적지 않은 지장을 받는다. 작업능률 저하의 다른 측면은 비정상적인 생리상태에 의해 2차적으로 나타나는, 즉 체력의 저하에 따른 작업능률 감소이다. 그 외 지엽적인 방제복 미착용 원인으로는 원활하지 못한 방제복 공급체계의 문제나 부유하지 못한 농민에게는 방제복의 구입에 따른 경제적 부담 등을 들 수가 있을 것이다. 특히 고가인 특수마스크와 같은 것은 가격이 비싸기 때문에 농민에게 부담이 될 수도 있다고 판단된다.

<Table 4> Reasons for reluctance to wear protective clothing by the interviewees

Reasons	Rate (%)		
	Important	Unimportant	No response
Heat stress	91.6	3.9	4.5
Low work efficiency	80.1	7.7	12.2
Inconvenience of clothe-change	58.4	96.8	44.9
High cost	15.4	53.2	31.5

Data from 256 farmers in Chonbuk Province surveyed in May through October, 2003.

<Table 5> Desirable properties for protective clothing design

Clothing properties	Rate (%)		
	Important	Unimportant	No response
Pesticide protection	96.1	1.3	2.6
Work efficiency	91.6	3.2	5.2
Low heat stress	89.7	0.6	9.7
Low cost	82.7	4.5	12.8
Fancy design	25.0	53.2	21.8

Data from 256 farmers in Chonbuk Province surveyed in May through October 2003.

Ⅲ. 농약 방제복의 착용감 관련 연구 고찰

농약살포작업에서 농약으로부터의 약해를 방지하기 위해서 농약투과억제 방제복, 마스크, 장갑 및 장화를 착용해야 할 것이다.이러한 다양한 방제장비들은 당연히 공기의 유통을 차단하는 재질로 이루어져 있어서 착용자가 작업환경 특히 고온의 조건에서 많은 스트레스에 시달린다. 이 스트레스들을 감소시키기 위한 노력은 방제복을 제작하는 재질의 개선 및 방재복형태의 디자인 양 측면에서 연구되어 왔다. 김의영(1983)은 주요 농약 노출부위에 polyurethane 코팅으로 방수처리하여 뒤판을 끈으로 연결하며 사용자가 착용시 편리하게 느낀다고 주장하였

다. 최정화 등(1987)은 성인남자에서 투습성이 있는 소재로 제작된 방제복이 기존의 비투습성 방제복보다 열스트레스를 적게 주며, mesh로 구성된 내복을 착용하면 기존의 방제복에 대해서도 현저한 열스트레스를 주는 것을 관찰하였다. 정삼호와 김재희(1999)는 농촌여성들이 방제복을 착용하는 데에 신경을 쓰지 않으며, 착용하는 경우에도 살포작업비닐우의나 헌옷 정도를 착용하는 바, 이는 교육의 부족, 착용시의 불쾌감, 디자인의 부적절성 및 구입비용이 원인이라고 지적하였으며, 불쾌감을 줄이는 방법으로 면으로 된 속옷에 Hi-pora나 Hi-gen 같은 통기성이 개선된 재질이 우수하다고 보고하였다. 또한 그들은 점터추리닝스타일을 비롯한 4종류의 편리한 디자인을 제시하였으며 기존의 방제복보다는 밝은 색상으로 된 옷과 녹이 슬지 않는 플라스틱제의 부자재가 적절하다고 하였다. 정영옥(1995)은 Gor-tex로 제작한 방제복이 Tyvek이나 샴브레이보다 더 착용자에 쾌적감을 주며 등부위에 솔기가 없도록 진동선을 낮추는 것이 더 선호됨을 보고하였다.

Hayashi 및 Tokura(2000)는 일본에서 시판중인 Gore-Tex로 된 방제복과 방수 코팅된 면으로 제작한 새로운 디자인의 두 종류의 모델을 여성살포자에서 시험한 결과 체온상승, 맥박상승 및 피로누적의 측면에서 새로운 디자인이 훨씬 우수함을 관찰하였다. Hayashi 및 Tokura(1994; 1996)는 냉각 gel strip을 사용하여 두부 및 상체부위를 냉각하면 열스트레스가 현저히 감소한다고 주장하였다. 유사하게 최정화와 황경숙(2001; 2002)도 냉각조끼를 방제복의 보조장치로 활용하여 열스트레스를 줄이려고 하는 연구를 수행하였다. Hayashi 및 Tokura(2000)는 100%면으로 된 옷에 방수처리한 방제복을 제작하여 표준방제복의 하나인 Gore-Tex 방제복과 비교하였다. 이 새로운 방제복을 입고 실험용 방에서 운동을 하거나 사과과수원에서 농약살포 작업을 해보면 비교대상인 Gore-Tex보다 훨씬 체온의 상승, 맥박상승율, 피로도 등에서 유리한 것을 보고하였다. 또 이들 연구팀은 농약방제용 장갑의 경우에도 유사한 목적으로 실험하여 polyurethane 보다는 Gore-Tex로 만든 장갑이 체열확산이나 습도, 체력소모에서 유리하다고 주장하였다. Tamura 등(1993)은 Nylon taffeta 등의 소재로 제작하여 코팅한 모자, 상의 및 하의의 형태, 개구부 등을 다양하게 변화시키면서 착용자의 체온상승, 발한, 온감, 맥박, 혈압 등을 체크함으로써 가장 안락한 방제복의 조합을 선정하는 방법을 사용하였다. Ohno 등(1987)도 이들과 유사한 방법으로 5종의 방제복 중에서 어떤 것이 가장 합리적인가를 검토한 바 있다. 예상되는 바와 같이 방제복에 투과성을 억제하는 수단으로서 코팅처리를 하면 농약투과성은 현저히 줄이지만 안락감은 현저히 증가하는 것을 7종의 다른 재질로 동일한 디자인의 방제복에 대하여 시험하여 확인된 바 있다(Nigg et al., 1992). 또한 Tamura 등(1993)은 방제복 개구부를 다르게 디자인함으로써 열의 방출이 효율적으로 일어나게 하는 시도를 하였다(Tamura et al., 1993).

농약방제복의 착용거부감을 개선하기 위한 방안으로 우선 열스트레스를 최소화할 수 있는 방제복 소재를 개발하는 방법이 가장 중요한 것임은 분명하다. 이와 같은 측면에서의 시도가 지금까지 이루어져 왔다. 즉 통기성을 개선하는 방법을 말한다, 주로 미세공(微細孔)을 함유한 재질로 섬유를 코팅하는 방법을 말하며 수증기(직경 0.0004 micron)은 통과시키면서 물방울(직경 100 micron 이상)은 차단하는 원리를 이용한다. 이 미세공의 크기에 따라 물질의 통과율이 변화한다. Laminated fabric은 방수능력도 갖추고 있으면서 통기성까지 보유한 소재로서, 가장 성공적이라고 볼 수 있는 것은 1976년에 개발된 Gore-Tex 소재이다. Gore-Tex는 polytetrafluoroethylene(PTFE)성분으로 만들어진 cm2당 130억개의 직경 0.2 micron 구멍을 가지고 있는 소재이며 물, 입자 및 세균은 통과시키지 않으면서도 통기성은 가지고 있다. 원래 물은 이 구멍보다 분자직경이 작아서 통과할 것으로 생각되지만 PTFE 자체가 소수성이 강해 물이 접근하는 것을 억제한다. 그러나 작은 구멍이 있어서 수증기형태의 물은 통과가 가능하다. Gore-Tex film을 다른 섬유의 한 면 또는 양면에 코팅함으로써 화학물질의 통과를 차단하는 기능을 강화시킨 것도 있다. 일본에서 소개된 Micro-Tex라는 유사한 소재이나 단지 구멍이 더 크다(0.6 micron)는 차이가 있다(Shishoo, 1988).

체온의 조절측면에서 본다면 최근에 개발된 cooling fiber의 일종인 함수섬유는 상당히 창의적인 소재라고 할 수 있다. 통기성이 아주 좋은 면이나 Nomex를 외층으로 하고 몸에서 나오는 열과 습기를 전도할 수 있는 내층을 구성한 다음, 그 사이에 이 섬유를 집어넣는 방법으로 제조한 것이다(Stull, 2000). 또한 방제복의 경우 색상도 고려해야 하는데 열스레스의 요인이 되는 데는 흑색계통의 방제복이 흰색이나 노란색보다 방제복 내부온도를 더 상승시킨다고 알려져 있다(Staiff et al., 1982).

VI. 결론 및 제언

본 연구는 농민들이 농약을 살포할 때 방제복을 착용하는지, 착용하지 않는 경우에는 그 이유가 무엇인지를 조사함으로써 방제복의 개발하려고 할 때 어떤 특성을

가장 많이 고려해야 할 것인가를 파악하고자 하였다.

1. 대부분 어떤 형태이든 방제복을 착용하는 듯 하였으나, 많이 착용하는 것은 두부를 가리는 모자 정도였으며 가장 보호효과가 크고 중요한 전신방제복의 사용은 바람직하지 못한 수준이었다.

2. 농약살포시 방제복의 사용빈도가 낮은 이유는 덥고 작업이 불편하다는 것이었다. 즉 답답하고 불쾌하게 느끼기 때문에 방제복 입기를 꺼린다는 것이다.

3. 농민들이 원하는 방제복의 조건은 농약에 대한 방어효과가 있어야 함은 당연하며, 열스트레스가 낮고 작업효율을 떨어뜨리지 말아야 할 것을 들고 있다.

지금까지 살펴 본 바와 같이 농약의 위해성에 대한 인식의 증가와 새로운 장비의 개발에도 불구하고 농약중독은 끊임없이 전 세계적으로 발생하는 문제이다. 인류가 식량을 먹고 사는 한 농업은 지속될 것이며, 앞으로도 농업종사자자가 계속하여 농약에 노출될 가능성은 대단히 크다. 앞으로 농약살포 방법의 개선, 예를 들면 비행기 등의 특수장비를 이용한 살포기술은 일반화되겠지만, 현시점에서 중독을 감소시킬 수 있는 가장 현실적인 방법은 방제복을 착용하는 것임에 틀림없다. 그러나 방제복의 착용을 꺼리는 이유는 방제복이 주는 열스트레스 때문이며 이에 대한 해결책에는 아직 많은 연구가 필요하다고 판단된다.

또한 실제로 제작된 방제복이 작업자의 능률에 미치는 영향을 예측 평가하고 거기에 근거해서 가장 능률적인 방제복을 디자인한다는 것이 쉬운 일은 아니다. 왜냐하면 방제복의 특성별로 인간에서 어떤 영향이 나타나는가에 대해 불명확한 면이 아직 너무 많기 때문이다. 그럼에도 방제복을 어떻게 디자인하면 농약 살포자가 안락하게 사용할 수 있는가를 몇몇의 연구자들이 시도하여 왔다. 지금까지 방제복의 디자인을 개선함으로써 열스트레스를 줄이고자 하는 연구가 다양하게 수행되어 왔지만 아직 만족할 만한 결과가 얻어지지는 않았다. 의복을 디자인하는 전문가들은 열스트레스를 줄일 수 있는 소재의 활용 및 디자인에 대한 연구를 계속해야 할 것으로 생각된다. 그러나 무엇보다도 농약사용자에 대해서는 농약의 위해성에 대한 교육을 통해 방제복의 착용을 유도하는 것이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

주제어 : 방제복, 열스트레스, 방제복디자인

참 고 문 헌

김의영 (1983). 농약살포용 방제복의 필요성 및 디자인에 관한 연구. 이화여자대학교 석사학위 논문.

이창민 (2001). 작업생리학, 대영사.

정삼호, 김재희 (1999). 농촌여성의 농작업복 디자인 개발을 위한 농약방제복 조사연구. **중앙대학교 생활문화산업연구소 논문집, 12**, 173-191.

정영옥 (1995). 농약방제복의 기능성과 쾌적성. **농촌생활과학회지 5**, 12-18.

최정화, 김현식, 정영옥 (1987). 농약방제복 개발에 관한 연구. **한국의류학회지, 11**, 91-100.

최정화, 이주영 (2002). 농약 방제 작업자의 작업환경 및 노동 부담평가. **한국의류학회지, 11**, 1672-1681.

최정화, 황경숙 (2001). 더운 환경에서의 냉각조끼의 착용효과에 대한 연구. **한국의류학회지, 25**, 83-90.

_____(2002). 냉각복 개발을 위한 효율적 냉각부위 규명에 관한 연구. **한국의류학회지, 26**, 771-778.

Aprea, C., Sciarra, G., Lunghini, L., Centi, L., & Ceccarelli, F. (2001). Evaluation of respiratory and cutaneous doses and urinary excretion of alkylphosphate by workers in greenhouses treated with omethoate, fenitrothion, and tolclofos-methyl. *American Industrial Hygiene Associoation Journal, 62*, 87-95.

Arbucle, T. E., Burnett, R., Cole, D., Teschke, K., Dosemeci, M., Bancej, C., & Zhang, J. (2002). Predictors of herbicide exposure in farm applicators. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 75*, 406-414.

Buchanan, D., Pilkington, A., Sewell, C., Tannahill, S. N., Kidd, M.W., Cherrie, B., & Herley, J. F. (2001). Estimation of cumulative exposure to organophosphate sheep dips in a study of chronic neurological health effects among United Kingdom sheep dippers. *Occupational and Environmental Medicine, 58*, 689-690.

Bouskill, L.M., Havenith, G., Kuklane, K., Parsons, K.C., & Withey, W.R. (2002) Relationship between clothing ventilation and theraml insulation. *AIHA Journal* (Fairfax, Va), 63, 262-268.

Catteni, M., Cena, K., Edwards, J., & Pisaniello, D. (2001). Potential dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos in Austrailian pesticide workers. *Annals of Occupational Hygiene, 45*, 299-308.

Curwin, B., Sanderson, W., Reynolds, S., Hein, M., &

Alavanja, M. (2002). Pesticide use and practices in Iowa farm family pesticide exposure study. *Journal of Agricultural Safety and Health, 8,* 423-433.

Hayashi, C., & Tokura, H. (1994). Effects of cooling the upper torso on thermophysiological responses and clothing microclimate in subjects wearing protective clothing for pesticide. *Nihon Kasei Gakkaishi, 45,* 1137-1144

_____(1996). Effects of head cooling on swear rate in exercising subjects wearing protective clothing and mask for pesticide. *Applied and Human Science, 15,* 149-154.

_____(2000). Improvement of thermophysiological stress in participants wearing protective clothing for spraying pesticide, and its application in the field. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 73,* 187-194.

Hines, C. J., Deddens, J. A., Tucker, S. P., & Hornung, R. W. (2001). Distribution and determinants of pre-emergent herbicide exposures among custom applicators. *Annals of Occupational Hygiene, 45,* 227-239.

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

Hruska, A. J., & Corriols, M. (2002). The impact of training in integrated pest management among Nicaraguan maize farmers: increased net returns and reduced health risk. *International Joural of Occupational Environmental Health, 8,* 191-200.

Kunstadter, P., Prapamontol, T., Sirirojin, B. O., Sontirat, A., Tansuhaj, A., & Khamboonruang, C. Pesticide exposures among Hmong farmers in Thailand. *International Journal of Occupational and Environmental Health, 7,* 313-325.

Lander, B. F., Knudson, L. E., Gamborg, M., Jarventaus, H., & Norppa, H. (2000). Chromosome aberrations in pesticide-exposed greenhouse workers. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 26,* 436-442.

Mandel, J. H., Carr, W. P., Hillmer, T., Leonard, P. R., Halberg, J. U., Sanderson, W. T., & Mandel, J. S. (2000). Safe handling of agricultural pesticides in Minnesota: results of a county-wide educational intervention. *Journal of Rural Health, 16,* 148-154.

Martin, S. A., Jr., Sandler, D. P., Harlow, S. D., Shore, D. L., Rowland, A. S., & Alavanja, M. C. (2002). Pesticide use and pesticide-related symptoms among black farmers in the Agricultural Health Study. *American Journal of Industrial Medicine, 41,* 202-20.

Maumbe B. M., & Swinton, S. M. (2003). Hidden health costs of pesticide use in Zimbabwe's smallholder cotton growers. *Social Science and Medicine, 57,* 1559-1571.

Melin, B. & Savourey, G. (2001). Sports and extreme conditions. Cardiovascular incidence in long term exertion and extreme temperature (heat, cold). *Review of Practice, 51,* S28-S30.

Ngowi, A. V., Maeda, D. N., Partanen, T. J., Sanga, M. P., & Mbise, G. (2001). Acute health effects of organophoaphate pesticides on Tanjanian small-scale coffee growers. *Journal of Expositional, Analytical, and Environmental Epidemiology, 11,* 335-339.

Nigg, H.N., Stamper, J.H., Easter, E., & DeJong, J.O. (1992) Field evaluation of coverall fabrics: heat stress and pesticide penetration. *Archives Environmental Contamtamination and Toxicology, 23,* 281-288.

Ohno, S., Fukuda, A., Taya, Y., & Yoshida, M. (1987). Studies on the wearing characteristics of protective clothings against agricultural chemicals. Part I. The effects of different material and design. *Japanese Journal of Biometeorology, 24,* 23-29

Richardson, J.E., & Capra, M.F. (2001). Physiological responses of fighters wearing level 3 chemical protective suits while working in controlled hot environments. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 43,* 1064-1072.

Shin, D. C., Kim, H. J., Jung, S. H., Park, C. Y., Lee, S. Y., & Kim, C. B. (1998). Pesticide poisoning and its related factors among Korean farmers. *La Medicina del Lavoro, 89,* S129-135.

Shishoo, R. (1988), Technology for conmfort, *Texztile Asia,* June

Staiff, D. C., Davis, J. E., & Stevens, E. R. (1982). Evaluation of various clothing materials for protection and worker acceptability during

application of pesticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 11,* 391-398.

Tamura, T., Iwasaki, F., & Shimane, U. (1993). Evaluation of heat and moisture transport properties of protective working wear from agricultural chemicals. *Nihon Kasei Gakkaishi, 44,* 477-483

Underger, U., & Basaran, N. (2002). Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by the alkaline comet assay. *Archives of Toxicology, 76,* 430-436.

Waichman, A. V., Rombke, J., Ribeiro, M. O., & Nina, N. C. (2002). Use of pesticides in the Amazon State, Brazil: risk to human health and the environment. *Environmental Science and Pollution Research International, 9,* 423-428.

Wang, C. I., Chuang, H. Y., Chang, C. Y., Liu, S. T., Wu, M. T., & Ho, C. K. (2000). An unusual case of organophosphate intoxication of a worker in a plastic bottle recycling plant: an important reminder. *Environmental Health Perspective, 108,* 1103-1105.

Wolfe, H. R. (1973). Workers should be protected from pesticide exposure. *Weeds, Trees and Turf, 12,* 36-44.

(2004. 06. 12 접수; 2004. 09. 08 채택)