

여름철 포도 수확 작업 농민의 작업 환경 및 노동 부담 평가*

Evaluation of Farmer's Workload and Thermal Environments During Harvesting Grape in Summer*

서울대학교 생활과학대학 의류학과

교수 최정화

박사 후 과정 김명주

박사 과정 이주영

Dept. of Clothing & Textiles, College of Human Ecology, Seoul National University

Professor : Jeong Wha Choi

Ph. D. : Myung Ju Kim

Master : Joo Young Lee

◀ 목 차 ▶

I. 서론

II. 연구 내용 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 요약 및 결론

참고문헌

<Abstract>

To evaluate farmers' workload during harvesting grapes in summer, this study investigated farmers' physiological, psychological responses, work postures and thermal environment around in the field. This field study was conducted in the Anseong County of Kyonggi Province at the end of August. Five career farmers (1 male, 4 females) volunteered as subjects. Three of them were over their sixties. During harvesting grapes in the field, physiological responses were monitored continuously.

1. Air temperature (T_a), air humidity (H_a), black globe temperature (T_g), air velocity and WBGT around the grape field were 26.9°C, 77.7%RH, 32.8°C, 0.08m/s and 26.3°C, respectively. Because farmers started the harvesting tasks in early morning, thermal environments weren't conditions to give farmers

Corresponding Author: Joo-Young Lee, Laboratory of Clothing Physiology, Department of Clothing & Textiles, College of Human Ecology, Seoul National University, San 56-1, Shillim-dong, Kwanak-gu, Seoul 151-742, Korea Tel: 82-2-876-8745 Fax: 82-2-875-8359 E-mail: rjy0090@snu.ac.kr

* 본 연구는 농림부의 농림기술개발 과제 중 현장에로기술개발사업 환경 분야 연구비 지원으로 수행되었습니다.

severe heat strain.

2. The percentage of the work postures was larger in order of standing, walking, and bending one's back posture. Particularly, the percentage of standing posture with raising both arms above shoulder of two farmers was up to 29% and 61% of the total work duration.
3. Rectal temperature (T_{re}), mean skin temperature (\bar{T}_{sk}), clothing microclimate temperature (T_{cl}) on the chest and the back, heart rate (HR) and energy expenditure (EE) were 37.2°C, 33.1°C, 32.0°C, 32.4°C, 88bpm and 1.3 Kcal/m²/min respectively. In the point of these physiological results, we evaluated that the harvesting task was a moderate work.
4. All farmers expressed 'hard, hot, humid and slightly uncomfortable' at the end of works for each subjective questionnaire.

The grape harvesting tasks were not evaluated as a very hard work in the point of physiological work standards. But we considered 1) inappropriate work posture (standing posture with raising both arms above shoulder) and 2) farmers' age as burden factors. These findings suggest that adding adequate protective clothing/equipments for farmers may contribute to maintain their body temperature within the normal range, stabilize HR and decrease psychological strain.

주제어(Key Words): 열 스트레스(heat stress), 노동부담(work load), 체온조절(thermoregulation), 보호장비(protective equipment)

I. 서론

농가 인구 중 65세 이상 고령층은 21.7%에 달하며, 농가의 평균 연령은 45.7세로 전체 인구의 평균 연령 33.1세보다 매우 높아(통계청, 2002), 농민의 고령화와 부녀화, 만성적인 농작업 관련 건강 장애와 이의 대책 부족 등이 우리 나라 농작업의 문제점으로 지적되고 있다. 또한 타 산업 노동자들은 명목적으로 근로 기준법의 적용을 받으나 농민은 자작농이거나 소작농이건 간에 자영업자로 분류되어, 농기계로 인한 외상을 제외한 나머지 건강장애들은 근로기준법이나 산업재해보험에 해당이 안되므로, 농민들의 불편한 작업 자세로 인한 근골격계 질환이나 농약 중독, 서열 및 한랭 장애 등은 전적으로 본인이 부담을 질 수 밖에 없는 실정이다(한국 농어촌 사회 연구소, 1993).

우리 나라의 포도 재배 농가도 다른 농가와 마찬가지로 노동 인구의 고령화와 부녀화라는 기본적인 문제를 안고 있으며 동시에 수확 작업시 불편한 작업 자세로 인해 목과 어깨 부위에 대해 다른 농가보다 높은 통증 호소율을 보였다(최정화 외, 1998). 일년 주기의 포도 재배 작업 중 가장 몸이 아픈 작

업은 봉지 씌우기와 수확 작업이며 가장 긴 시간이 소요되는 작업도 수확 작업이라고 알려져 있다(김화남, 황근미, 1991). 포도 수확 작업 중 작업자들은 불편한 자세로 인한 근골격계 통증 뿐만 아니라 서열 스트레스에도 직면한다. 일반 산업 현장에서의 서열 스트레스는 다양한 작업장 위험 요인들 중 가깝게 다루어지고 있으나, 포도 수확 작업은 이와 달리 실외 작업이므로 대부분의 포도 재배 농민들은 정기적으로 서열에 노출된다. 전 세계의 기온은 점점 상승하고 있고 현재 한국의 평균 기온도 1910년대에 비해 약 3-4°C 증가하였으며(기상청, 2002), 농민의 연령 또한 고령화되어 가고 있으므로 여름철 농작업자의 위험 부담도 증가할 것이다. 서열 환경은 작업자의 건강과 작업 능률 모두에 부정적 영향을 미칠 수 있고, 특히 노인들은 열 스트레스에 취약하기 때문에 열 장애로 인한 사망률이 높다고 알려져 있다(Nakai 외, 1999).

NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)나 ISO(International Organization for Standardization) 등에서는 서열 산업 현장과 근골격계 질환을 유발하는 작업 자세를 갖는 작업 현장에서의 노동자 보호를 위해 여러 지침을 제시하여 체

계적으로 적용해 왔으나, 농촌의 작업 현장은 이러한 권고 기준의 관심에서 상대적으로 소외되어 왔다. 일본의 경우 농작업별 노동 강도, 작업 시간 등을 측정 분석하고 이를 바탕으로 적정 작업량이 제시되어 있으며 농작업 편람에 농작업 시기, 작물 재배 방법과 더불어 노동 부담 등이 수록되어 있으나 우리나라에 그대로 적용하기에는 작업 시기, 작업 방법, 작업 환경 등이 다르므로 우리나라의 작업 유형에 맞는 기초 자료 분석이 요구되어 왔다(최정화 외, 1999). 따라서 본 연구는 여름철 농작업자의 노동 부담 평가 연구의 일환으로 포도 수확 작업시 실제 작업 현장의 온열 환경 및 작업 자세 등을 파악하고, 작업자의 생리적, 주관적 노동 부담을 평가하는 것을 목표로 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 조사 장소, 조사 시기, 조사 과정 및 피험자

본 연구는 여름철 농작업자의 노동 부담 평가 연구의 일환으로, 금번에는 밭에서 포도를 수확하는

작업자의 노동 부담을 평가하였다. 한국의 농업지대별 작목 배치도(농촌진흥청, 1989)를 바탕으로 포도의 주요 생산지인 경기도 안성을 조사 지역으로 선정하였고, 조사는 포도 수확 시기인 8월 말에 수행하였다. 포도밭은 2 m 높이에 비닐 지붕이 있는 비가림 구조(그림 1)이며, 수확 작업의 내용은 밭에 들어가 직접 포도를 따는 것과 딴 포도를 바구니에 넣어 운반하는 작업 두 가지로 이루어졌다. 개인 모니터링을 위해 1일의 1회 작업 전체를 관찰하였다. 무작위로 선정된 피험자를 대상으로 당일의 작업 시작 1 시간 전에 인체 생리 반응 측정 기기를 부착한 후 포도 수확 작업을 시작하게 하였으며, 휴식 시간을 포함하여 작업을 마칠 때까지 당일 전체 작업 동안의 생리 반응을 연속 측정하였다. 수확 작업 동안 인위적인 실험 조작은 일체 가하지 않았으므로 피험자별 총 작업 시간이 일치하지 않는다. 작업이 수행되는 동안 대기 환경도 동시에 측정하였다.

조사 대상자는 총 5명(남자 1명, 여자 4명)으로 여자 작업자 중 3명은 60대 이상의 고령자였으며, 피험자들의 인구 통계학적 특징 및 작업자별 작업 시간은 <표 1>에 나타내었다.



<Fig. 1> Work postures of a farmer (subject L) during the harvesting grapes.

<Table 1> Characteristics of subjects and work duration

Subject	Sex	Age (year)	Height(cm)	Weight(kg)	Career(year)	BSA(m ²)*	BMI	Work duration(min)
O	M	37	165	65	10	1.73	23.9	90
S	F	77	145	55	55	1.47	26.2	200
K	F	68	145	47	30	1.37	22.4	225
L	F	62	148	55	40	1.49	25.1	194
H	F	40	160	53	3	1.55	20.7	210

$$* = \text{Height(cm)}^{0.725} \times \text{Weight(kg)}^{0.425} \times 0.007246$$

2. 측정항목 및 측정방법

1) 작업시의 대기 환경

포도 수확 작업하는 현장의 기온, 습도, 복사 온도, 기류를 ISO 7726(1985)의 방법대로 측정하였다.

2) 생리적 반응

피부 온도는 신체 7 부위에서 휴대용 써미스터(LT 8A, Gram Corp., Japan)를 이용하여 측정된 후, Hardy와 DuBois의 7 점법(식 1)에 의해 평균 피부 온도(\bar{T}_{sk})를 계산하였으며, 직장 온도(T_{re})는 휴대용 써미스터의 직장은 센서를 13cm 삽입하여 측정하였다. 의복내 온도(T_a)와 습도(H_a)는 휴대용 자동 온도 습도 기록기(Thermo Recorder TR-72S, T&D Corp., Japan)를 이용하여 등과 가슴 부위의 최내층 의복내 온도와 습도를, 심박수(HR)는 휴대용 심박수 측정기(Polar, Polar Electro INC., USA)를 이용하여 자동 측정하였다. 이상의 생리 반응 모두 하루 작업동안 내내 1분 간격으로 자동 측정하였다. 에너지 대사량(EE)은 1시간 간격으로 5분 동안의 호기 가스를 수집하여 자동 에너지 대사 측정기(Aerosport, KB1-C, USA)로 계산하였다.

$$\bar{T}_{sk} = 0.07 \times T_{forehead} + 0.35 \times T_{trunk} + 0.14 \times T_{arm} + 0.05 \times T_{hand} + 0.19 \times T_{thigh} + 0.13 \times T_{calf} + 0.07 \times T_{foot} \quad (\text{식 1})$$

3) 주관적 반응

온열감, 습윤감, 쾌적감, 힘들기 정도 4 가지를 1 일 작업 전, 후에 기록하였으며, 포도 수확 작업을

통한 신체 부위별 피로도에 대해서는 개인별로 인터뷰하였다.

4) 작업복 및 작업 자세

작업동안 착용한 의복을 아이템별로 기록한 후, ISO 9920(1995)에 의해 clo값을 추정하였다. 작업 자세는 작업시작 후 종료시까지 비디오 카메라를 이용해 연속 촬영하였고 OWAS 코드(Karhu 외, 1977)를 이용해 분석하였다.

4. 결과 분석

조작적 실험 연구가 아닌 실제 작업시 현장 연구(field study)이므로 온열 환경 값과 생리적 반응 값에 대해 기초 통계량인 평균, 표준 편차, 최고값, 최저값, 상승도 등을 계산하였고, 가슴과 등 부위의 의복내 온습도는 paired t-test를 이용하여 분석 결과 P가 5% 미만인 경우에 유의하다고 인정하였다.

5. 연구의 제한점

본 연구에서는 통계 자료를 기초로 포도 수확의 대표성을 갖는 지역의 농민을 선정했으나, 조사 지역이 한정되어 있고 조사 대상자의 수가 적기 때문에 본 조사 결과를 한국의 포도 수확 작업에 대한 결과로 일반화시킬 수는 없을 것이다. 그러나 일체 인위적 실험 조작 없이 포도 수확 작업을 직접 조사한 현장 연구이므로 실제 작업 현장에서의 사례 연구 결과라는 것에 의의를 두고자 한다.

III. 결과 및 고찰

1. 작업시의 대기 환경

본 조사에서 포도 수확 작업은 포도의 신선도를 유지시키고 한낮의 직사일광을 피하기 위해 이른 아침에 이루어졌다. 조사 당일 수확 작업동안 평균 기온은 26.9°C, 평균 습도는 77.7%RH, 평균 복사 온도는 32.8°C, 평균 기류는 0.08m/s, WBGT는 26.3°C였다(표 2). NIOSH, ISO, OSHA(Occupational Safety & Health Administration) 등에서는 작업시 온열 환경 평가 지수로 WBGT를 채택하여 다양한 대사율에서 작업자의 95% 정도가 인체에 대한 부담없이 반복 작업 할 수 있는 WBGT의 한계치를 정하였다. 본 조사에서 작업시 측정된 심박수와 에너지 소

비량에 의하면 포도 수확하는 작업은 '가벼운 작업' 또는 '중등 정도의 작업'이었으며(Bridger, 1995), OSHA에서는 기류 1.5m/s 이하인 곳에서 가벼운 작업시 WBGT 역치 온도 30°C, 중등 정도의 작업을 수행하는 경우에는 27.8°C 이하를 권장하고 있다(Bridger, 1995). 본 조사에서 포도 수확 작업동안 WBGT 평균은 26.3°C, 작업장의 기류는 1.5m/s 이하였으므로 포도 수확시 작업 환경은 작업자에게 온열적인 부담을 줄만한 환경은 아니었다고 평가할 수 있다(표 2, 표 3). 그러나, 기준이 되는 WBGT 값은 노인이 아닌 젊은 청년들을 대상으로 얻어진 값이고 농가의 고령층 인구는 점점 증가하고 있으므로(통계청, 2002), WBGT만으로 농민의 서열 부담을 평가하는 것은 적당하지 않다고 사료된다. 또한 포도 수확시 작물의 높이와 포도밭의 구조적 특

<Table 2> Thermal environment and WBGT around in the field during harvesting grapes

Date/Time	Physical environment	Mean	SD	Max.	Min.
31 August/ AM 08:00-12:00	Air temperature (°C)	26.9	1.7	31.5	25
	Air humidity (%RH)	77.7	6.4	86	62
	Globe temperature (°C)	32.8	3.8	39	28
	WBGT(°C)	26.3	1.4	29.2	24.5
	Air velocity (ms ⁻¹)	0.08	0.06	0.24	0.02

<Table 3> Physiological responses of farmers during harvesting grapes

	Subject					Mean(SD)
	O	S	K	L	H	
T _{re} (°C)	-	37.1	36.8	-	37.6	37.2(0.3)
T _{re max} - T _{re 0} (°C)	-	37.3-37.2	36.9-37.2	-	37.7-37.7	-
T _{sk} (°C)	32.7	33.1	33.8	32.5	33.1	33.1(0.7)
T _{sk max} - T _{sk 0} (°C)	33.6-32.5	34.4-32.9	35.2-33.7	33.6-31.8	34.6-32.8	-
T _{cl on the chest} (°C)	29.8	33.0	31.8	31.8	31.9	32.0(1.1)
T _{cl on the back} (°C)	32.5	32.1	32.8	33.1	32.0	32.4(0.9)
H _{cl on the chest} (%RH)	82.8	63.4	71.9	71.8	85.2	75.0(10.9)
H _{cl on the back} (%RH)	93.3	88.8	81.0	66.5	70.9	79.6(11.8)
HR (bpm)	80	101	94	66	95	88(15)
ΔHR (%) = (HR _{max} -HR ₀) × 100/ HR ₀	67.6	24.5	19.8	54.3	25.6	38.4(21.3)
EE (kcal/m ² /min)	2.17	1.12	1.08	1.08	1.27	1.34(0.47)
EE (kcal/kg/min)	0.05775	0.02447	0.0315	0.03	0.03717	0.03618(0.0129)
RMR(Relative metabolic Rate)*	2.1	0.4	0.8	0.7	1.1	1.0(0.7)

* Estimated from a conversion table made by National Rural Living Science Institute (1994)

정상 작업자들이 받는 자외선량은 타농작업에 비해 많지는 않았으나 본 조사에서 농민들은 고개를 들고 포도 수확시 햇빛에 의한 눈의 피로를 호소하였으므로 눈 보호를 위한 보조 도구의 개발도 고려해 볼 수 있다.

한편 본 조사시 작업장에서 측정된 기류는 0.08m/s 로 미세 기류에 해당하였다. 기류는 증발 또는 냉각을 증진하여 서열 부담을 감소시키는 한 요소로 작용할 수 있으므로 포도밭의 구조는 자연 환기를 통한 신체 냉각을 기대하기에는 불리한 구조로 볼 수 있다. 따라서 농민이 착용할 수 있는 보조 피복 장비나 소형 휴대용 팬 등을 통해 기류를 생성시켜 준다면 작업자의 서열 부담 경감에 도움을 줄 수 있을 것이라 생각된다.

2. 작업 시간, 작업 자세 및 작업복

1일 1회 포도 수확 작업 시간은 남자 1명을 제외하고 모두 3-4 시간이었다(표 1). 작업 중 휴식 시간은 남자의 경우 휴식없이 90분 작업한 후 일을 마쳤으며, 여자 4명은 90분 작업 후 포도밭에 앉은 자세로 10분 휴식하였다. 한국 농어촌 사회연구소(1993)에 의하면 농가의 월별 일일 농작업 시간은 8월 148시간, 9월 124시간으로 농민들은 일상적 과로에 시달리고 있고, 특히 여성 농민들에게는 가사 노동까지 추가되어 이중의 부담을 진다고 하였다. 본 조사에 참여한 농민들의 1일 작업 시간은 90분에서 225분 사이였으나 이는 1일의 포도 수확에 소요된

작업 시간일 뿐 수확 후 포도 선별 작업이나 가사 노동 등은 포함되지 않은 시간이다.

수확 작업 내용은 크게 두 가지로 선 자세로 포도를 따는 것과 딴 포도를 바구니에 담아 운반하는 작업이다(표 4, 그림 1). 피험자 중 남자인 O는 포도알을 쥘는 작업없이 포도를 수확하였으며 나머지 4명은 포도알을 쥘면서 수확 작업을 병행하였다. 연속 촬영을 위한 비디오 카메라의 개수가 충분치 않았으므로 수확 작업만 하는 O와 쥘는 작업까지 하는 작업자 4명 중 1명을 선택하여 총 두 명의 작업 자세를 분석하였다. 가장 많은 시간을 차지한 자세는 선 자세인데, 두 명 모두 총 작업 시간의 80% 이상 선 자세로 작업을 수행하였다(표 4). L의 경우 선 자세 중 두 팔을 어깨 위로 올린 자세를 보인 시간은 총 작업 시간의 61%에 달했는데, 이는 포도밭의 높이에 비해 L의 키가 특히 작기 때문인 것으로 생각된다. 포도 수확 중 허리를 구부리는 동작은 수확한 포도를 바구니에 넣을 때 행하였고 바닥에 쪼그려 앉은 자세는 중간 휴식 시간에 취한 자세였으므로 장시간 허리를 구부린 자세나 쪼그려 앉은 자세를 취해야 하는 경우는 없었다. 선행 연구(안옥선 외, 1998)에 의하면 포도 수확시의 작업 자세는 앉은 자세>선 자세>위로 향한 자세>걸은 자세>구부린 자세 순이었는데 본 조사와 달리 앉은 자세가 가장 큰 비중을 차지한 이유는 선행 연구에서 조사한 포도밭의 높이가 본 조사시보다 낮거나 수확 작업에 포도 선별 작업까지 포함했기 때문으로 사료된다.

포도 수확시 피로는 장시간 서 있는 자세로부터

<Table 4> Work postures of farmers during harvesting grapes(rest time was excluded from total work duration)

	Subject			
	O		L	
	Min.	%*	Min.	%*
Total work duration	90	100	184	100
Standing posture (standing posture with raising both arms above shoulder)	73.9 (25.9)	82.1 (28.8)	165.2 (118.6)	89.8 (64.5)
Bending his/her back posture	4.5	5.0	5.8	3.2
Walking (carrying grapes)	11.6	12.9	13.1	7.1

* = (Work time of a specific work posture × 100)/Total work duration

오는 피로와 목을 들고 두 팔을 어깨 위로 올린 자세로부터 오는 근육 피로라고 볼 수 있다. 설문지법에 의해 전국 농민의 건강 상태를 조사한 선행 연구(최정화 외, 1998)에 의하면 포도 재배 농민이 쌀이나 고추 재배 농민보다 더 높은 근골격계 질환 호소율을 보였으며, 김화남과 황근미(1991)에 의하면 포도 재배 작업자가 통증을 호소하는 신체 부위는 목(12%), 허리(10%), 머리(9%), 어깨(7%), 눈(6%) 순이었다. 본 조사에서는 혈류량과 근전도를 측정하지 않아 포도 수확자의 근육 피로감을 객관적으로 평가할 수는 없었으나 개인별 인터뷰 결과 목과 어깨 부위의 피로를 가장 높게 호소하였다. 서 있는 자세에서 오는 피로는 근육 피로에서 오는 것이 아니고 순환계 장애와 건과 인대에 미치는 압력 때문에 일어나는 고통이라고 볼 수 있다. 즉 동맥과 정맥 순환의 부적합으로 오래 서 있으면 혈액이 다리 하부에 축적되어 혈액 순환이 원활하지 못하게 되고 그 결과 힘이 빠져 피로감을 느끼게 된다(최정화 외, 1999). 국민건강조사 결과 근골격계 질환 이환율은 도시에 비해 농촌이 월등히 높게 나타났으며, 농촌에서 근골격계 질환의 구성비는 남자보다 여자가 더 높았다(한국보건사회연구원, 1998). 본 조사에 참여한 5명 중 4명은 여자였고 그 중 2명은 60대, 1명은 77세였으므로, 포도 수확시 보조 도구를 이용한 작업 자세 개선이 절실히 필요하다고 볼 수 있다. 선행 연구(최정화 외, 1999)에서는 포도 수확 작업자의 근골격계 질환을 감소시키기 위한 작업 개선 방안으로 작물 재배 방법의 개선을 통한 작업 높이 조정과 고개를 지지할 수 있는 목 보호대 개발, 수확차 개발 등을 제안하였다. WHO는 '산업 보

건에 대한 세계 전략(1996)'에서 노동 인구의 고령화와 생산성 향상 요구 증가를 지적하면서 고령 노동자의 노동 조건을 조정하기 위한 조치가 필요할 것이며, 고령 노동자와 여성 노동 인력의 수가 증가됨에 따라 유해한 인체 공학적 조건과 과중한 신체 부담을 예방하는 산업 보건 서비스의 지속적인 경계가 필요하다고 하였다(서울대학교 의료관리학 교실, 1997). 여성 농민에 대해서도 과중한 농업 노동은 가사일과 함께 이중 부담으로 작용하고 특히 포도 수확이나 고추 수확과 같은 저임금의 수작업이 주로 여성 노동자의 일로 되어 있으므로 여성 농민의 노동 부담을 경감시켜 주기 위한 개선책이 요구된다.

조사 대상자 중 특별한 기능성 작업복이나 자세 개선을 위한 보조 장비를 착용한 사람은 없었으며, 작업시 착용한 의복의 보온력은 약 0.3-0.6 clo 였다(표 5).

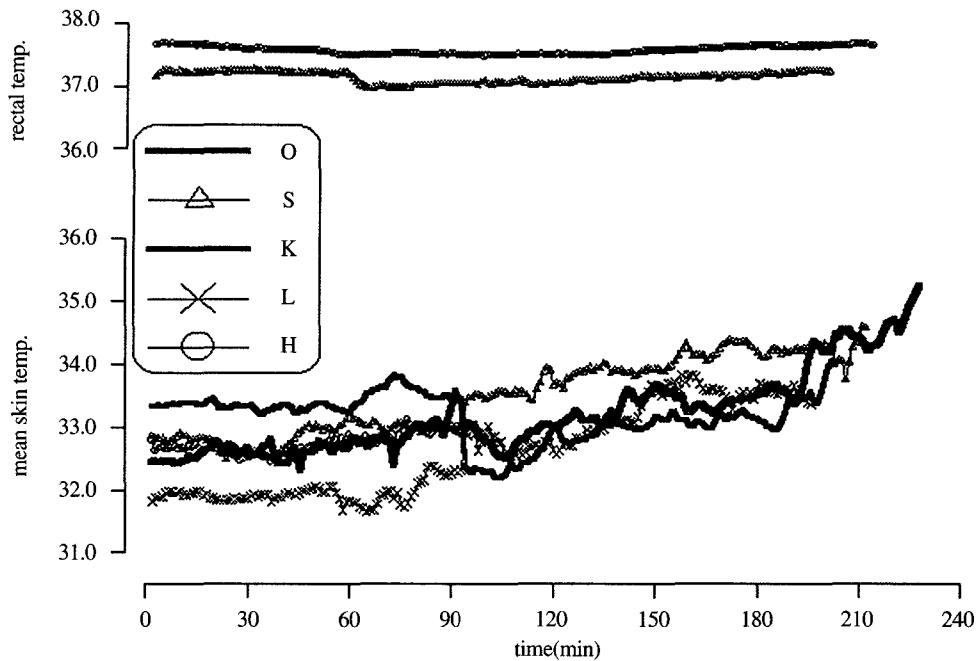
3. 직장 온도(T_{re}) 및 평균 피부 온도(\bar{T}_{sk})

총 5명 중 2명의 직장 온도 센서가 측정 도중 빠져 3명의 결과만 얻을 수 있었는데, 심박수 증가율이 가장 컸던 2명의 직장 온도 센서가 빠진 것으로 확인되었다(표 3). 나머지 3명의 직장 온도는 37.2(±0.3)°C, 작업 중 최고 온도는 37.7°C, 작업 중 최고 온도와 작업 시작시 직장 온도와의 차이는 S, K, H 각각 0.1°C, -0.3°C, 0.03°C로 직장 온도는 거의 상승하지 않았다(표 3, 그림 2). 인간의 생리 반응 중 심부 온도는 작업 수행 능력과, 피부 온도는 온열적 쾌적감과 관련된다고 알려져 있다. 직장 온도는 온열 환경

<Table 5> Work clothes of farmers during harvesting grapes

Subject	Garment	clo*
O	Briefs, Shirt with long sleeves, Work pants, Cap, Sport shoes	0.3-0.6
S	Briefs, Shirt with long sleeves, Work pants for woman, Sun visor, Towel, Slippers	
K	Briefs, Sleeveless undershirt, Shirt with long sleeves, Work pants for woman, Sun visor, Ankle socks, Sport shoes	
L	Brassiere, Briefs, T-shirt with half sleeves, Work pants, Towel, Ankle socks, Ankle work boots	
H	Brassiere, Briefs, T-shirt with half sleeves, Walking shorts, Slippers	

*from ISO 9920



<Fig. 2> Time course of rectal temperature and mean skin temperature during harvesting grapes.

과 수행하는 작업의 영향을 동시에 받기 때문에 서열 작업장에서의 노동 부담 평가를 위해 우수한 지표이나 실제 작업장에서는 사회적 또는 방법상의 이유 때문에 측정하기 어렵다는 단점이 있다. ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists)에서는 서열 작업시 직장 온도가 38°C 이상 올라가서는 안 된다고 규정하고 있는데 본 조사에서는 예상과 달리 38°C 이상 상승한 경우가 없었고, 평균 37.2°C, 작업 중 최고 37.7°C 였으므로 포도 수확 작업이 심부 온도에 부담을 줄 정도로 힘든 노동은 아니었다고 평가할 수 있다. 본 조사에 참여한 농민들이 예상보다 낮은 직장 온도를 보인 이유는 첫째, 열과 작업에 적응된 경우였으므로 적응되지 않은 작업자일 경우의 직장 온도보다 약 0.3-0.4°C 더 낮은 값을 보인 것이라 추측할 수 있으며(Buono 외, 1998), 둘째, 인체의 일내 리듬으로 볼 때 직장 온도는 이른 아침에 가장 낮기 때문일 수 있고, 셋째, 실제 작업 자체의 노동 부담이

크지 않기 때문일 수 있다. 그러나 38°C라는 직장 온도의 한계값은 젊은이들을 대상으로 self-pacing의 기회를 주지 않는 실험실 실험에 기초하여 얻어진 것으로(Gun, Budd, 1995), 작업자가 고령인 경우에는 이를 그대로 적용할 수 없다. 농촌에서 고령자의 노동 참여 비율이 점점 증가하는 현실을 볼 때 노동 부담 평가시 주의를 기울일 필요가 있다.

서열 환경과 작업이라는 두 가지 요소가 복합되는 경우에는 한 가지 조건만 있는 경우보다 평균 피부 온도가 더 상승하게 되는데 작업동안 5명의 평균 피부 온도 평균은 33.1(±0.7)°C, 작업 중 최고 온도는 35.2°C로 아주 높은 편은 아니었다(표 3, 그림 2). 즉 직장 온도와 평균 피부 온도로 보았을 때 포도 수확 작업이 인체의 체온 조절계에 부담을 줄 정도로 힘든 작업은 아니었다고 평가할 수 있겠지만 본 조사에서 작업자 중 3명이 고령자라는 점을 고려해야 할 것이다. 노화에 따라 내열성이 감소하며 노인들은 동일 환경이라도 젊은이들보다 나중

에 땀을 흘리기 시작하고 열 노출 후에 체온을 정상 수준으로 돌리는 시간이 길어지며(이창민, 2001), 더위에 대한 민감성이 둔해진다는 보고도 있다. 소규모로 이루어지는 포도 수확 작업은 Self-pacing이 가능하여 작업 강도를 스스로 조절할 수 있다는 장점이 있지만 작업자가 고령인 경우 NIOSH에서 권장하듯 동료 시스템(Buddy-system) 등을 이용해 주의를 기울여야 할 것이다.

4. 의복내 온도(T_{cl}) 및 의복내 습도(H_{cl})

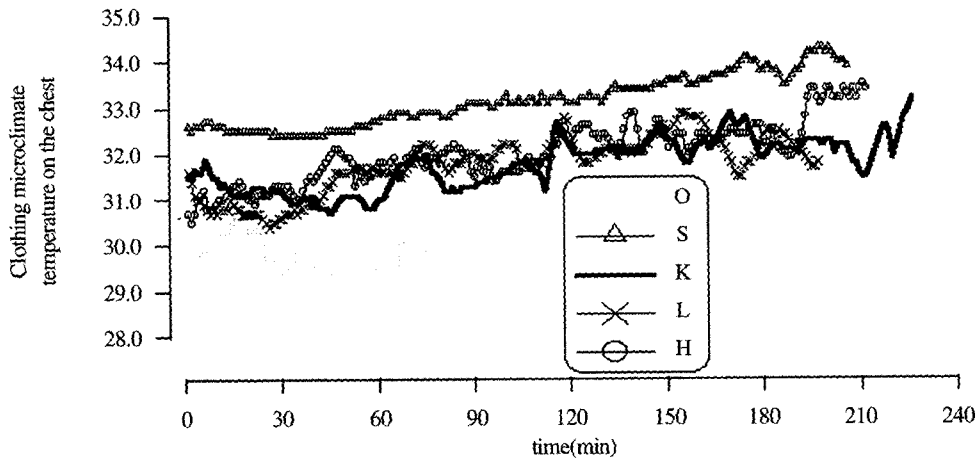
의복은 체온 조절에 중요한 역할을 담당하므로 의복 기후의 성상이 어떠한 상태인가에 따라 건강은 물론 작업 능력, 쾌적감 등에도 영향을 준다. 포도 수확 작업동안 5명의 가슴 부위 의복내 온도는 $32.0(\pm 1.1)^{\circ}\text{C}$, 등 부위 의복내 온도는 $32.4(\pm 0.9)^{\circ}\text{C}$ 로 등 부위 온도가 가슴 부위 온도보다 유의하게 더 높았다(표 3, 그림 3, $p<0.05$). 가슴 부위 의복내 습도는 평균 75% RH, 등 부위 의복내 습도는 평균 79.6% RH로 등 부위 습도가 더 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 3).

鈴木과 戸田는 표준 의복 기후를 의복내 온도 $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$, 의복내 습도 $50 \pm 10\%$ 라 제시하였는데(이순

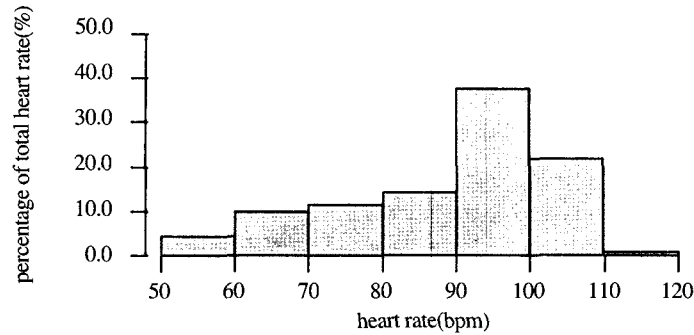
원 외, 2002), 본 조사 결과 포도 수확 작업 중 의복내 온도는 한국인 일상 생활 중 의복 기후에 대한 연구(김소영, 1999)에서 얻어진 결과보다 더 낮은 값을 보여 주었다. 장시간 또는 다량 발한하여 의복이 땀에 의해 젖어 있을 경우 피부 각질층이 박리되어 땀샘이 막혀 발한이 잘 안되는 땀띠(heat rash) 등이 발생할 위험이 있고, 지속적인 열 스트레스에 의한 탈수증은 작업 수행 능력을 감소시킨다(이창민, 2001). 이러한 우려와 달리 여름철 농작업임에도 불구하고 높지 않은 의복 기후값을 보여준 이유는 작업 도중 자율적으로 의복을 환기시켰기 때문인 것으로 사료된다. 본 조사에서 포도 수확 작업자들의 의복내 온도는 표준의복기후 수준이었고 의복내 습도는 표준값보다 높은 수준이었으므로 간단한 냉각 피복 장비 등의 착용과 충분한 음료 제공을 통해 의복 기후를 쾌적한 수준으로 유지시켜 줄 수 있을 것이라 사료된다.

5. 심박수 및 에너지 대사량

일반적으로 심박수는 연속 작업일 경우 팔이 머리 아래 있을 때보다 머리 위의 높이에서 일을 할 때 더 높으며, 동맥 혈관의 압력은 다리로 일할 때



<Fig. 3> Time course of clothing microclimate temperature on the chest during harvesting grapes.



<Fig. 4> Percentage of heart rate by range during harvesting grapes.

보다 팔로 일할 때 더 높다고 알려져 있다(Astrand 외, 1965). 포도 수확 작업은 머리 위의 높이에서 팔로 작업하는 대표적인 농작업으로 작업자가 받는 심혈관계 부담이 클 것으로 예상할 수 있다. 본 조사에서 작업동안 5명의 심박수 평균은 88(±15)bpm, 최고 심박수는 119 bpm이었으며, 작업자 중 L의 평균 심박수가 66bpm으로 작업자 중 가장 낮은 값을 보여 주었다. 심박수 범위별 분포 비율로 볼 때 작업 중 5명이 가장 많이 보인 심박수 범위는 90-100 bpm이었고, 다음으로 많이 보인 심박수 범위는 100-110 bpm으로 90-110 bpm이 전체 심박수 값의 59.2 %에 달하였으며, 심박수 증가율은 19.8-67.6%였다(표 3, 그림 4). 심박수로 노동 부담을 평가하는 경우에는 8시간 작업인 경우 평균 110 bpm 이상이어서는 안되고, 1분 이상 최고 심박수가 피험자 최대 심박수의 90% 이상이어서는 안된다고 규정하고 있으며(Bernard, 1996), 심박수가 90 bpm 이하일 때 가벼운 작업, 90-110 bpm 일 때 중등 정도의 작업,

110-130 bpm 일 때 힘든 작업, 130-150 bpm 일 때 매우 힘든 작업으로 평가한다(Bridger, 1995). 본 조사에서 포도 수확 작업 동안 5명의 심박수 평균은 88bpm 으로 '가벼운 작업' 이라 평가할 수 있으나, 이는 작업자 중 L의 평균 심박수가 66 bpm으로 유의하게 낮기 때문에, L을 제외한 나머지 작업자들의 심박수 평균으로 보면 포도 수확 작업은 '중등 정도의 작업'에 해당한다.

작업동안 에너지 대사량 평균은 1.34(±0.5) Kcal/m²/min, RMR 값은 남자 2.1, 여자는 0.4-1.1 이었다(표 3). 산소 섭취량을 통한 노동 부담 지수 중 하나인 RMR(Relative Metabolic Rate) 값에 의하면 이 값이 0-0.9 사이인 경우에는 대단히 가벼운 노동, 1.0-1.9 사이는 가벼운 노동, 2.0-3.9 사이는 중등 정도의 노동으로 분류한다. 본 조사에서 수확 작업 중 측정된 에너지 소비량으로 환산한 RMR값은 남자 농민은 2.1, 여자 농민은 0.4-1.1 사이였으므로 포도 수확 작업은 '대단히 가벼운 노동'에서 '중등 정도

<Table 6> Subjective responses of farmers immediately after the end of the work

	Subject				
	O	S	K	L	H
Work load	Somewhat hard	Hard	Hard	Hard	Hard
Thermal sensation	Hot	Hot	Hot	Hot	Hot
Humidity sensation	Humid	Humid	Humid	Humid	Humid
Thermal comfort	Slightly uncomfortable	Slightly uncomfortable	Slightly uncomfortable	Slightly uncomfortable	Slightly uncomfortable

의 노동' 사이로 평가될 수 있다. 농촌영양개선연수원(1994)에 따르면 채소 수확시 여자 농민의 에너지 대사량은 0.0546 kcal/kg/min, 나무로부터 과일 수확 작업시 여자 농민의 에너지 대사량은 0.0558 kcal/kg/min, 김화님 등(1993)에 의하면 포도 수확시 40대 남자의 에너지 소비량은 2.2682 kcal/m²/min, 30대 여자는 1.6106 kcal/m²/min 이었으며, 본 조사에서 포도 수확 작업시 측정된 에너지 소비량은 이보다 약간 낮은 수준임을 알 수 있다. 이는 본 조사에 참여한 여자 농민 중 3명의 연령이 60대 이상의 고령자로 에너지 대사량은 노화에 따라 줄어들기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이상에서와 같이 심박수와 에너지 대사량으로 보았을 때 포도 수확 작업이 아주 힘든 노동은 아니었다고 평가할 수 있으나, RMR이나 심박수의 작업 기준들은 20대 젊은이들을 대상으로 얻어진 자료이고, 최대 심박수와 에너지 대사량은 나이에 따라 감소하므로(Astrand, 1962) 이러한 기준을 노인에게 그대로 적용할 경우 노인이 받는 노동 부담이 과소평가 될 우려가 있음을 고려해야 할 것이다.

선행 연구(김명주, 최정화, 1997)에서는 농작업시 보조 도구 이용에 의해 보조 도구 이용 전보다 심박수가 유의하게 감소하였다고 보고하였고, 또한 불균일하고 경사진 바닥 표면과 평평한 바닥 표면에서의 작업시 심박수를 비교해 본 결과 평평한 바닥에서 작업하는 경우에 유의하게 더 낮았으며 생리적 피로도도 현저히 경감되었음을 보고하였다. 따라서 포도 수확 작업에 유용한(개인) 보조 도구의 개발 뿐만 아니라 포도밭 바닥면을 평평하게 개선하는 것도 노동 부담 감소에 기여할 것으로 사료된다.

6. 주관적 감각

포도 수확 작업 후 주관적 반응은 힘들기 정도의 경우 '약간 힘들다' 또는 '힘들다', 온열감의 경우 '덥다', 습윤감의 경우 '습하다', 쾌적감의 경우 '약간 불쾌하다'고 응답하여 피험자간 큰 차이는 없었으며, 4가지 질문 모두에서 '매우'를 포함하는 응답- 매우 힘들다, 매우 덥다, 매우 습하다, 매우 불

쾌하다- 는 전혀 없었다(표 6).

주관적 반응은 평균 피부 온도가 약 32.8°C인 경우 '쾌적하게 시원한(Comfortably cool)', 33.9°C인 경우 '쾌적한', 34.4°C인 경우 '약간 따뜻한', 35.5°C인 경우 '불쾌하게 따뜻한(Uncomfortably warm)', 36.7°C인 경우 '매우 더운'으로 알려져 있으며(Woodson, 1987), 일반적으로 쾌적하게 느낄 때의 평균 피부 온도는 32.0-35.5°C 사이로 보고되어 있다(Precht 외, 1973). 본 조사에 참여한 작업자들의 평균 피부 온도는 32-35°C 사이였고, 작업 마지막 10분 동안의 평균 피부 온도는 34.0°C였으므로 이온상 심한 더위를 느끼게 되는 피부 온도는 아니었다. 그럼에도 불구하고 작업 후 '덥고 약간 불쾌하다' 라고 응답한 이유로는 첫째, 작업 수행에 의한 근골격계 피로가 온열적인 주관감에 혼합되어 나타났기 때문으로 해석할 수 있다. 즉, 활동량, 착의량, 나이 등에 따라 동일한 피부 온도에 대해서도 다른 주관감을 느낄 수 있으므로 이에 대해선 보완 연구가 필요하다. 둘째, 작업 후 가만히 서 있게 되면 동적인 동작에 의해 발생하던 강제 대류가 중지되므로 순간적으로 더 덥게 느꼈을 가능성도 있다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 여름철 농작업자의 노동 부담 평가 연구의 일환으로 포도 수확 작업시 실제 작업 현장의 온열 환경 및 작업 자세 등을 파악하고, 수확 작업자의 생리적, 주관적 노동 부담을 평가하는 것을 목표로 하였다. 조사는 포도 수확 시기인 8월 말 경기도 안성 비가림 형태의 포도밭에서 수행하였으며 조사 대상자는 총 5명(남자 1명, 여자 4명)으로 여자 작업자 중 3명은 60대 이상의 고령자였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사 당일 포도 수확 작업은 평소와 같이 한낮의 고온을 피해 이른 아침부터 수행되었으므로 작업 동안 평균 기온은 26.9°C, 평균 습도는 77.7%RH, 평균 복사온도는 32.8°C, 평균 기류는 0.08m/s, WBGT는 26.3°C로 온열적으로 부담을 줄 정도로 더

운 환경은 아니었다.

2. 전체 작업 중 가장 많은 시간을 차지한 작업 자세는 선 자세> 걷기>허리 구부린 자세 순이었고, 두 팔을 어깨 위로 올린 자세는 두 명의 피험자 각각 총 작업 시간 중 29%, 61%에 달했다.

3. 수확 작업 중 농민의 직장 온도는 평균 37.2°C, 평균 피부 온도는 평균 33.1°C, 가슴 부위 의복내 온도는 평균 32.0°C, 등 부위 의복내 온도는 평균 32.4°C, 심박수는 평균 88bpm, 에너지 소비량은 평균 1.3 Kcal/m²/min 으로 작업 자체가 인체에 부담을 줄 정도로 힘든 노동은 아니었다.

4. 주관적 감각에서는 피험자간 큰 차이없이 작업 직후 '힘들고, 덥고, 습하고, 약간 불쾌하다'고 대답하였다.

이상과 같이 작업시 대기 환경 조건과 체온 조절 반응, 심박수, 에너지 대사 등 생리 반응 및 주관적 반응을 각종 작업 기준과 비교해 보았을 때 포도 수확 작업이 노동 강도가 큰 작업은 아니었으나 작업 자세 중 '서서 팔을 들고 위로 향한 자세'의 장시간 지속과 60대 이상의 고령 작업자라는 점 등이 부담 요인으로 파악되었다. 따라서 포도 수확 작업에 적절한 보조 도구를 개발, 보급한다면, 체온 조절을 돕고 에너지 소비량과 심박수를 감소시키며 주관적 감각도 향상시킬 수 있으리라 생각된다. 포도 수확 작업자의 노동 부담 경감을 위한 피복 장비 및 보조 도구 개발시 서열이라는 환경 조건 뿐만 아니라 특수한 작업 자세와 나이를 반드시 고려하여 개발해야 할 것이다.

이를 위해 제안할 사항은 다음과 같다. 첫째, 고개와 팔을 위로 향하는 자세로 인해 목과 어깨 부위의 근골격계 질환 호소율이 높으므로 포도 수확 작업자용 목 보호대 개발, 둘째, 작업장 높이 조절 또는 신발, 의자, 수확차 등 보조 장비 개발을 통한 자세 개선, 셋째, 간단한 냉각 피복 장비 착용을 통한 서열 부담 감소 등이다. 농촌과 같은 실외 서열 작업장에서 열원 감소나 환기, 냉방 등의 동력을 사용하는 조절을 수행하는 것은 어려우므로 이외 가능한 예방법으로는 작업 스케줄 조절, 휴식 공간 마련, 충분한 음료 제공, 유해 요인과 예방법에 대한

정보 제공, 훈련, 교육 등과 같은 방법이 있다.

■ 참고문헌

- 기상청(2002). <http://www.kma.go.kr/>
- 김명주, 최정화(1997). 농민의 작업환경별 노동부담 경감 방안에 관한 연구(2)-여름철 노지에서 대과 재배 작업을 중심으로-. 한국농촌생활과학회지, 8(2), 119-124.
- 김소영(1999). 우리나라 성인 남녀의 계절별 의복 기후에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김화남, 이문숙, 안옥선, 최정화(1993). 농작업별 에너지 대사량 측정. 농촌생활연구소 시험연구보고서.
- 김화남, 황근미(1991). 농촌 여성의 노동실태조사. 농촌생활연구소 시험연구 보고서.
- 농촌진흥청(1989). 농업지대별 작목배치도, 농업경영자료 59, 농촌진흥청.
- 농촌생활연구소(구 농촌영양개선연수원) (1994). 활동별 에너지 대사량표. 농촌진흥청.
- 서울대학교 의료 관리학 교실 역(1997). 일하는 사람의 건강을 위한 세계전략(WHO). 한울.
- 안옥선, 김경란, 오승영, 최정화, 곽창수(1998). 농작업자의 피로부담 경감 연구. 농촌 생활연구소 시험연구보고서.
- 이순원, 조성교, 최정화(2002). 의복과 환경. 한국방송통신대학교 출판부.
- 이창민 역(2001). Rodahl 저. 작업 생리학. 대영사.
- 최정화, 안옥선, 황경숙(1999). 한국의 농작업 환경과 인체부담에 관한 연구(3)-작목별 농작업 모형을 중심으로-. 한국농촌생활과학회지, 10(2), 85-100.
- 최정화, 정성태, 설 향(1998). 한국의 농작업 환경과 인체부담에 관한 연구(2)-작목별 건강조사표, 농작업자 생활행동 조사표, 축적적 피로 증후군을 중심으로-. 한국농촌생활과학회지, 9(2), 43-50.
- 통계청(2002). http://www.nso.go.kr/main_k2.htm

- 한국농어촌사회연구소 편(1993). 농민 건강과 보건의료. 한울.
- 한국보건사회연구원(1998). 국민건강조사.
- Astrand I (1962). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta physiol Scand.*, 49(suppl 169).
- Astrand PO, Ekblom B, Messin R, Saltin B and Stenberg J (1965). Intra-arterial blood pressure during exercise with different muscle groups. *J Appl Physiol*, 20, 253.
- Bernard TE (1996). *Occupational heat stress*, Bhattacharya A (editor), Occupational ergonomics, Marcel Dekker, New York.
- Bridger RS (1995). *Introduction to ergonomics*. McGraw-Hill, New York.
- Buono MJ, Heaney JH and Canine KM (1998). Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol* 274, R1295-1299.
- Gun RT and Budd GM (1995). Effects of thermal, personal and behavioural factors on the physiological strain, thermal comfort and productivity of Australian shearers in hot weather. *Ergonomics*, 38(7), 1368-1384.
- Karhu O, Kansi P and Kuorinka I (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied ergonomics*, 8(4), 199-201.
- Nakai S, Itoh T and Morimoto T (1999). Deaths from heat-stroke in Japan: 1968-1994. *Int J Biometeorol*, 43(3), 124-127.
- ISO 7726 (1985). Thermal environments-Instruments and methods for measuring physical quantities. Geneva: International Standards Organization.
- ISO 9920 (1995). Ergonomics of the thermal environment-estimation of thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Geneva: International Standards Organization.
- Precht H, Christoffersin J, Hensel H and Larcjer W (1973). *Temperature and Life*. Springer-Verlag, Berlin.
- Woodson WE (1987). *Human factors reference guide for process plants*. McGraw-Hill, New York.

(2002년 7월 22일 접수, 2002년 11월 12일 채택)