

에너지대사의 계절변동과 내한내열성으로 본 한국농업인의 환경적응 능력

최정화* · 황경숙**

서울대학교 생활과학대학 의류학과* · 농촌진흥청 농촌자원개발연구소**

The Adaptability of Korean Farmers to Environment by the Seasonal Fluctuation of Energy Expenditure, Cold and Heat Tolerance

Choi, Jeong Wha* · Hwang, Kyoung Sook**

Dept. of Clothing & Textile, College of Human Ecology, Seoul National University, Korea*

Rural Resources Development Institute, Suwon, RDA, Korea**

ABSTRACT

It was measured the energy expenditure in each season, the cold tolerance in winter and the heat tolerance in summer. Farmers' adaptability to the change of environment was compared with those of city-dwellers such as indoor workers and street cleaners to determine the effect of living environment, especially living temperature, on the health of human body. It turned out that farmers had experienced wide range of temperature that was higher in summer and lower in winter than indoor workers. Farmers and street cleaners showed seasonal adaptation in energy expenditure, which was high in winter and low in summer. However, indoor workers did not show seasonal changes. Energy expenditure had an inverse correlation with the temperature in work place where subjects spend the longer time in a day except in female indoor workers in Seoul. And It was proved that farmers and street cleaners had stronger cold tolerance and heat tolerance than indoor workers.

Key words: energy expenditure, seasonal change, farmer, cold tolerance, heat tolerance

본 연구는 1999.3~2000.12까지 실시한 농촌진흥청의 농업특정연구개발사업 중 '농촌생활이 농업인 건강에 미치는 공익적 가치평가' 수행에 의한 결과임.

접수일: 2006년 3월 31일 채택일: 2006년 5월 6일

Corresponding Author: Hwang Kyoung Sook Tel: 82-31-299-0475

E-mail: hks0475@rda.go.kr

I. 서론

인간은 외부환경의 변화에 따라 생존에 적합하도록 변화하며 환경적응을 하고 있다. 즉 생활하는 지역의 환경 기후에 따라 인체의 형태가 달라지기도 하지만 에너지대사의 계절변동, 발한과 피부온의 계절적 변동, 내한내열성의 발달, 피하지방 축적, 근육량 증가 등의 생리적 변화에 의해서도 충분히 인체를 환경에 적응시킬 수 있다 (Ogata 1973).

그러나 물질문명의 발달로 인체는 대부분의 시간을 인위적으로 설정된 쾌적한 환경에서 보내게 되었고, 쾌적상태의 유지는 결국 인체 고유의 방어능력을 약화시키는 결과를 낳았다. 이러한 현상은 구미 등의 선진국에서 더욱 뚜렷하며, 우리나라도 산업화의 발달로 점차 생리적 환경적응 능력이 저하되고 있다. 인체의 생리적 환경적응 능력을 판단하는 지표 중의 하나인 에너지대사량의 계절 변동은 특히 외기에의 노출이 거의 없는 실내 근무자인 경우 계절의 변화에 따른 차이를 보이지 않고(Nakamura et al. 1980; Nakamura et al. 1969; Sugawara et al. 1982), 추위나 더위에 견디는 능력인 내한내열성도 약하다는 보고가 있다 (Itoh et al. 1970). 이것은 실내 근무자(사무직 종사자, 대학원생)와 실외 근무자(농업인, 환경미화원)를 대상으로 한 선행연구에서도 밝혀진바 있다(Hwang & Choi 2001).

환경온도 조절을 위한 건축학 분야의 연구결과에서는 인체가 느끼는 쾌적 온도의 범위가 겨울에는 높은 쪽으로, 여름에는 낮은 쪽으로 점차 이동하고 있으며(Sohn 1982), 의복기후와 피부온과의 관계를 본 연구에서도 쾌적으로 느끼는 의복내 온도가 같은 경향을 보이고 있다고 하였다(Yoon 1989). 즉 우리 신체가 냉난방에 대한 의존도가 커지면서 환경에 대한 적응성이 줄어들고 있음을 시사한다.

이에 반해 냉난방 시설이 아직 완벽하게 갖추어지지 않은 한국 농촌의 생활환경온도를 도시지역 아파트와 비교한 연구에서 한국 농촌 주민이 도시지역 아파트 거주자보다 봄, 가을, 겨울에는 낮은 생활환경온도에서, 여름에는 높은 온도에서

생활하고 있어서 건강의 유지·증진 면에서 바람직하다고 하였으며(Jung & Choi 2000), 차가운 작업환경에 접할 기회가 많은 농업인이 노출기회가 적은 도시인에 비해 항동상지수 즉, 국소내한성이 우수하다고 보고되었다(Ahn & Choi 1997).

그러나 농촌생활환경이 농업인의 건강에 미치는 긍정적인 영향을 구명하고 이를 보존·발전시키는데 목적을 둔 연구는 거의 없다. 농촌생활의 우수성 발굴에 관한 연구는 농업인의 건강증진은 물론 농촌생활에 대한 자긍심을 고취시키고, 도시인을 위한 지도교육 자료로도 활용가능하다.

본 연구는 농촌생활환경과 농업인의 건강, 특히 생리적 환경적응능력과의 관련성을 검토함으로써 농촌생활의 긍정적인 면을 도출하여 농업인의 자긍심을 고취시키고, 체력을 유지·증진시키기 위한 생활환경의 제안을 하기 위해 실시되었다.

이를 위해 직업으로 인해 생활환경 온도가 다른 도시거주 타 직업군과 농업인의 생리적 환경적응능력의 중요한 척도인 에너지대사, 한랭혈관 반응, 발한능력, 피부온 변화 등을 계절별로 측정하여 생활환경온도와 계절변동과의 관련성을 파악하고, 겨울철과 여름철에 각각 내한성과 내열성을 측정하여 이를 비교분석하였다.

II. 연구방법

1. 지역 및 피험자 선정

대상 지역은 한국의 북부 지역을 대표하여 서울과 경기도 평택 지역을, 남부 지역을 대표하여 전라남도 나주와 광주 지역을 선택하였다. 즉, 직업에 따른 환경노출 정도가 생리적 환경적응 능력에 미친 영향만을 보기 위해, 유사한 기후환경 지역에서 각각 사무직 종사자와 농업인을 선정하였다. 또한 생리적 결과가 직업에 의한 것인지 혹은 생활환경온도에 의한 것인지를 명확히 하기 위해 서울 지역에서 농업인과 사무직 종사자 외에 외기의 노출이 많다고 판단되는 환경미화원을 비교군으로 추가하여 선택하였다(Table 1). 서울과 평택은 각각 도시와 농촌이지만 Table 2에서 보는 바와 같이 환경온도에 유의차가 없고, 광주와

Table 1. The occupation groups in surveyed region

Region	Northern part			Southern part	
	Seoul		Pyeongtaek	Gwangju	Naju
occupation	Indoor worker	Street cleaner	Farmer	Indoor worker	Farmer

Table 2. The average outdoor temperature in surveyed regions for recent 3 years(1998-2000)

Region	Seoul * Pyeongtaek		Gwangju * Naju	
	Summer	Winter	Summer	Winter
Air Temp.(°C)	24.55	0.35	24.80	2.80

These were quoted for the Weather Forecast Office
 Summer: June, July & Aug, Winter: Dec, Jan & Feb

Table 3. Age and physical characteristics of the subjects

Region	Farmer (n=24)				Indoor worker (n=25)				Street cleaner (n=16)	
	Pyeongtaek (n=12)		Naju (n=12)		Seoul (n=12)		Gwangju (n=13)		Seoul (n=16)	
	Male (6)	Female (6)	Male (6)	Female (6)	Male (7)	Female (5)	Male (7)	Female (6)	Male (10)	Female (6)
Sex (n)										
Age(yr)	39.6	41.0	47.8	43.7	42.7	30.0	44.0	36.2	56.2	52.0
Height(cm)	170.4	160.2	172.3	158.7	168.7	160.0	171.1	158.8	168.8	159.0
Weight(kg)	68.0	65.2	75.5	60.2	65.4	49.8	62.9	59.5	69.6	65.5

나주도 각각 도시와 농촌이지만 매우 인접한 지역이어서 광주 지역의 기상 관측소의 기후자료에 의하면 기후환경이 동일하였다.

피험자는 농업인 24명, 도시인 41명(사무직 종사자 25명, 환경미화원 16명)으로 총 65명이었으며 피험자의 신체적 특징은 Table 3에 제시하였다. 피험자들은 모두 그 지역에서 5년 이상 거주하면서 3년 이상 현재직업에 종사한 사람들이었다.

2. 측정시기

에너지대사의 계절변동폭과 노출되는 환경의 실태를 파악하기 위해 1999년 봄(4월), 여름(8월), 가을(10월), 겨울(1월)월에 에너지대사랑과 24시간 노출되는 환경의 온도와 습도를 측정하였다(Table 4). 또한 65명의 피험자를 대상으로 2000년 여름(8-9월)과 겨울(1-2월)에 내열성, 내한성을 측정하였다. 실험은 각 계절의 전형적인 날씨

를 보이는 날에 실시하였으며, 특히 여름과 겨울 측정 시기는 선행연구에 따라 인체가 추위, 더위에 적응한 것으로 판단되어 선택하였다(Shimaoka et al. 1987; Yoshimura et al. 1966).

3. 환경조건 및 측정항목

1) 24시간 노출되는 환경의 온습도

각 계절의 평균적인 기후를 나타내는 날을 선택하여 직업군별로 피험자 2명의 24시간 동안의 생활환경, 작업환경의 온습도를 연속적으로 자동 기록하였다(Table 5). 이 때 농업인과 사무직 종사자는 남녀가 같은 장소에서 일을 하기 때문에 남녀의 구별을 하지 않았으나 미화원의 경우는 남자(주로 밤), 여자(주로 낮)의 작업시간이 달라서 따로 구별하여 측정하였다.

2) 에너지대사

에너지대사는 아침에 눈을 떴을 때 바로(각성시) 측정된 대사를 말하는 것이지만, 각 계절마다 짧은 기간동안 65명의 각성시 에너지대사를 측정하기가 불가능하여 온돌바닥에 바로 누운 자세(仰臥位)로 30분간 안정을 취한 후 에너지 대사량을 측정하고 이를 에너지대사라 하였다. 선행 연구에 의하면 옆으로 누워서 측정된 에너지 대사량이 의자에 앉은 자세로 측정된 값의 93.5%라는 보고가 있다(Kurazumi et al. 2000). 또한, 에너지대사의 절대값을 보고자 하는 것이 아니고, 계절변동 등 변화양상을 관찰하고자 할 경우, 바로 누운 자세로 안정했을 때의 대사량으로도 무리가 없다는 것을 확인하였다(Hwang et al. 1999).

측정은 식후 2시간 후, 30분간의 안정을 취한 피험자들이 쾌적하게 느끼는 온도에서 실시하였으며, 계절별 측정시의 환경조건은 Table 3에 제시하였다. 에너지대사량은 바닥에 누운 자세로 5분동안 호기가스량을 채취하였고, 호기중의 산소와 이산화탄소 농도를 통해 산출된 산소섭취량으로부터 에너지 대사량을 환산하여 구하였다. 실험의 신뢰성을 높이기 위해 2회의 반복측정을 하였다. 이 때 복장은 피험자 스스로 조절하여 쾌적한 상태를 유지하도록 하였다.

3) 내한성

전형적인 우리나라 겨울 날씨를 보인 날에 한랭혈관반응을 통한 내한성을 측정하여 직업간에 비교하였다. 한랭혈관반응을 보기 위해, 0℃의 물에 왼손 중지 손가락을 30분간 침지시켜 침지동안의 평균 손가락 피부온(MST), 침지 동안 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR), 침지 동안의 최저 손가락 피부온(LST), 침지동안의 최고 손가락 피부온과 최저 손가락피부온과의 차이(AT), 침지동

안 손가락 피부온이 최초로 상승할 때까지 걸린 시간(TTR), 침지 후 침지전의 손가락 피부온으로 회복할 때까지 걸린 시간(RT), 항동상 지수(RI) 등을 측정하였다(Kihichiro et al. 1968).

이때 손가락 피부온은 온돌 바닥에 앉은 자세로 피험자가 쾌적하게 느끼는 상태에서 써미스터(Takara사, 일본)를 사용하여 측정하였다.

4) 내열성

42℃, 60%RH의 인공기후실에서 60분간 노출되는 동안 총발한량, 국소발한량(등, 대퇴), 심박수(Sport tester PE 3000, 미국), 8부위 피부온(이마, 가슴, 아래팔, 손등, 넓적다리, 종아리, 발등, 등), 평균피부온(Takara사, 일본), 직장온(Takara사, 일본), 의복내 온습도(Tabai Espec사, 일본), 주관적 한서감각 등을 측정하였다. 이 때 총발한량을 보기 위해 인체천평(Sartorius사, 독일)으로 실험후의 체중변화량을 측정하였고, 국소발한량은 비닐 시트법을 이용하여 등과 넓적다리에 여과지를 부착하여 실험전후의 무게 증가량으로 산출하였다. 주관적 한서감각은 Winakor의 11단계 척도를 이용하여 점수화하였다.

4. 통계분석

산출한 각 항목에 대해 SAS(Statistical Analysis System) 통계 패키지를 사용하여 GLM(Generalized Linear Model) 분석을 한 후, 유의한 항목에 대해 1% 수준에서 Duncan test를 행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생활·작업환경 온습도

Table 5에 의하면 농업인의 생활·작업환경 온습도는 사무직 종사자의 온습도와 비교해 여름에

Table 4. The temperature and humidity in experimental chamber

Environment	Season			
	Spring(April)	Summer(Aug)	Fall(Oct)	Winter(Jan)
Indoor temperature(℃)	24.0±1.31	28.3±1.63	24.4±0.94	20.7±1.20
Indoor humidity(%RH)	53±11.5	47±9.8	51±5.6	42±8.7

Table 5. The exposed environmental temperature of subjects during a day

	Farmer		Indoor worker		Street cleaner	
	Pyeongtaek	Naju	Seoul	Gwangju	Seoul	
					Male	Female
Spring	22.5±1.31 ¹⁾	23.4±2.25	23.4±0.73	22.8±2.49	18.4±1.34	22.7±0.79
	21.5-27.3 ²⁾	22.2-27.0	22.0-23.4	21.2-23.2	14.8-23.1	12.5-33.1
Summer	30.5±2.21	31.3±0.62	26.7±1.54	27.8±0.75	26.8±2.21	28.2±2.92
	25.0-36.4	26.4-36.1	26.3-33.0	26.0-29.0	19.9-31.0	23.3-36.3
Fall	26.9±1.47	27.3±2.76	26.8±3.77	27.2±0.59	19.6±1.82	27.0±5.24
	23.6-29.7	23.0-33.7	26.2-29.6	25.6-29.1	18.2-23.7	22.3-38.5
Winter	16.7±5.10	16.3±2.71	25.3±7.51	24.2±8.38	15.0±4.32	25.5±5.53
	7.1-29.1	5.6-30.5	6.6-32.8	8.8-33.1	11.3-28.2	6.6-36.3

¹⁾ M±SD, ²⁾ Range

는 더 높고 겨울에는 더 낮았다. 또한 농업인은 4 계절 모두 생활·작업환경의 온도범위가 커서 더운 환경과 추운 환경을 폭넓게 경험하는데 반해 사무직 종사자는 노출 온도의 범위가 작았다. 이 차이는 여름철에 가장 뚜렷하였다. 도시인 중 환경미화원은 외부에서 작업하는 경우가 많아 농업인과 유사한 생활·작업환경 온습도를 보였으나, 남자 미화원은 밤에, 여자 미화원은 낮에 외부 작업을 하고 있어 다른 직업군과 달리 남녀의 온도 노출 범위가 매우 달랐다. 단, 여자 미화원은 겨울에 외부 작업을 별로 하지 않고 따뜻한 실내에서 작업하는 경우가 더 많아서 온도가 가장 높았다. 지역별 차이를 보면, 광주 지역의 사무직 종사자는 서울 지역의 근무자들보다 여름에는 더 덥게, 겨울에는 더 춥게 살고 있었다.

2. 에너지대사

농업인과 도시인의 에너지대사를 각 계절별로 측정된 결과, 농업인과 미화원의 에너지 대사량은 봄철의 대사량이 여름과 가을에 낮아졌다가 겨울에 다시 증가하는 뚜렷한 계절변동을 보였지만, 사무직 종사자는 계절변동을 보이지 않았다. 이러한 양상은 지역 구분 없이 모두 같았다. 다만, 광주 지역의 남자 사무직 종사자들은 冬高夏低의 계절변동을 보인 반면 다른 사무직 종사자 그룹은 보이지 않았다. 에너지대사의 계절에 의한 영향은 동양인(일본인, 한국인)의 경우, 기온

의 변화와 반대로 여름에 낮고 겨울에 높다는 결과가 많이 보고되어 있다(Nakamura et al. 1969; Yoshimura et al. 1966; Hwang et al. 1999). 이것은 기후의 변동에 의한 환경적응의 하나로서 겨울에 가장 높았던 에너지 대사가 향난기인 봄철부터 점차 감소하여 여름에 최저를 보이고 향난기인 가을부터 다시 추운 겨울을 대비하여 향진하는 것이지만 냉난방 시설의 발달로 노출환경의 변화가 거의 없는 구미사람들에게서는 이러한 대사적응이 보이지 않고 일본인이나 한국인에게서는 관찰되고 있다. 그러나 냉난방 시설의 발달로 일본인에서도 계절적 대사적응의 추세가 저하한다는 보고가 있다(Ogata 1973).

도시인 중 환경미화원은 남자와 여자간의 작업환경이 달라서, 남자 미화원은 외부 작업으로 인해 에너지대사의 계절변동을 나타냈으나 여자 미화원은 특히 겨울철에 실내 근무가 많고 따뜻한 실내에서 쉬는 시간이 많아 가을보다 오히려 겨울철의 에너지대사량이 낮아지는 현상을 보였다.

3. 계절별 생활·작업환경 온도와 에너지대사량과의 관계

Figure 1, 2에서 알 수 있듯이 생활·작업환경 온도 특히 가정에서의 생활온도보다 작업장의 온도와 에너지대사량과는 역상관을 보였다. 즉, 노출되는 생활·작업환경 온도가 높으면 에너지대사량이 낮고, 노출온도가 낮으면 에너지대사량은

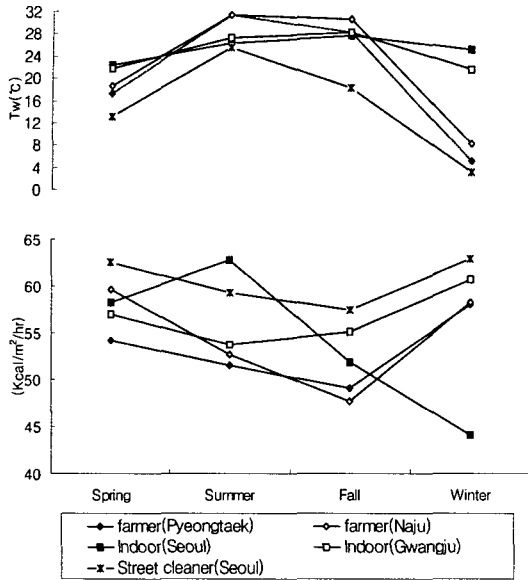


Figure 1. The ambient temperature of workplace and basal metabolism in male

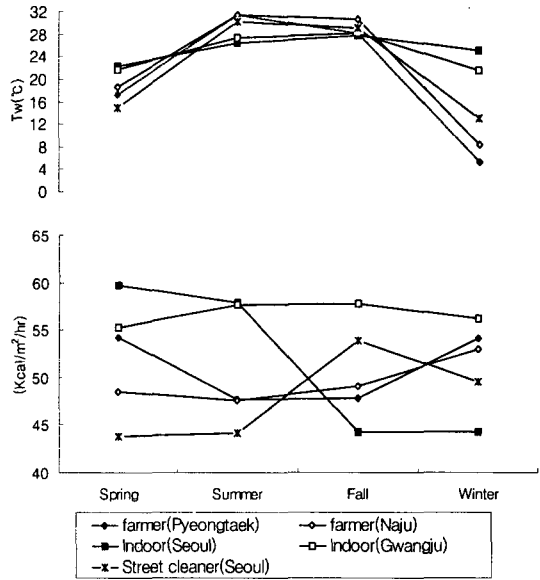


Figure 2. The ambient temperature of workplace and basal metabolism in female

높은 값을 보였다. 이러한 관계는 옥외 작업량이 많은 그룹 즉, 남자인 경우 농업인과 미화원에서 뚜렷하였으며, 여자인 경우는 농업인에서만 보였다(Table 6).

Table 6. Correlation between the energy expenditure and house(H), workplace(W) and air(A) temperatures

		γ			
		H	W	A	
Farmer	Pyeongtaek	Male	0.30	-0.81*	-0.10
		Female	-0.52	-0.59*	0.20
	Naju	Male	0.05	-0.73*	0.10
		Female	-0.18	-0.61*	-0.23
Street cleaner	Seoul	Male	0.56	-0.60*	-0.17
		Female	0.28	-0.51	-0.34
Indoor worker	Seoul	Male	-0.25	-0.19	0.33
		Female	0.04	+0.08	0.04
	Gwangju	Male	0.20	-0.21	0.02
		Female	-0.37	-0.39	-0.07

*p<.05

에너지대사의 계절변동에 영향을 미치는 인자는 계절변동에 따른 노출환경온도의 변화 이외에도 섭취영양소의 비율, 체격, 근육의 발달 등이다. 그러나 가장 큰 영향인자는 인체가 노출되는 환경온도이다(Yoshimura et al. 1966). 최근의 냉난방설비의 보급에 의해 실내노동자의 외기온 노출 시간이 감소되어 에너지대사량의 계절변동폭이 사라지고 있다는 결과는 본 연구의 대표적인 실내노동자인 사무직 종사자의 결과와도 일치하고 있다(Nakamura et al. 1980; Nakamura et al. 1969; Sugawara et al. 1982).

몇몇 연구자들은 인간이 가지고 있는 체온조절능과 문화적 적응능 중 온열 쾌적성에 초점을 맞춘 문화적 적응능의 과도한 수용으로 인하여 호흡기 질환의 증가, 방위체력의 감퇴 등을 유발한다고 주장하였다. 따라서, 적정 실내온도의 기준은 체온조절능을 유지·증진시키고 또한 공기오염과 오존층 파괴를 줄일 수 있는 인체의 기후 적응능을 고려하여 설정되어야 한다(Ogawa 1992; Taesler 1991).

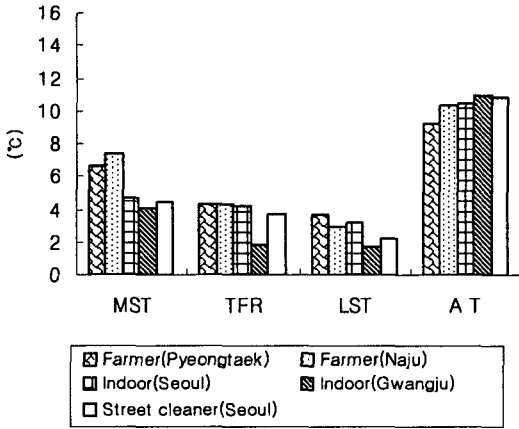


Figure 3. Comparison of MST, TFR, LST, AT in male group

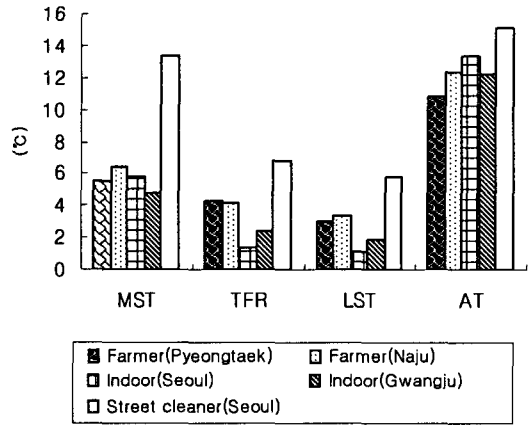


Figure 4. Comparison of MST, TFR, LST, AT in male group

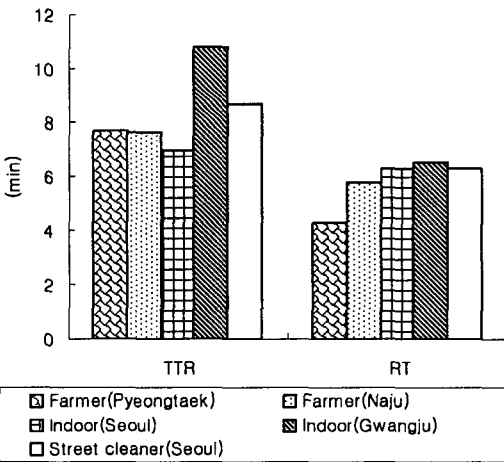


Figure 5. Comparison of TTR, RT in male group

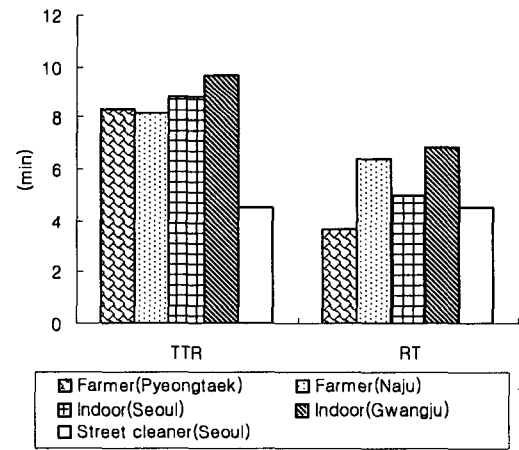


Figure 6. Comparison of TTR, RT in female group

4. 국소 한랭혈관 반응으로 본 내한성

직업별 내한성을 비교한 결과는 Figure 3-6까지 제시하였다. 남자 그룹 중 농업인은 사무직 종사자와 환경미화원에 비해 두 지역 모두에서 최저 손가락 피부온(LST)이 높고, 침지동안의 최고 손가락피부온과 최저 손가락피부온과의 차이(AT)가 작으며 침지 후 침지전의 손가락 피부온으로 회복할 때까지 걸린 시간(RT)이 짧아서 국소내한성이 더 우수함을 나타내었다.

여자 그룹 중 농업인과 미화원은 사무직 종사자에 비해 침지동안의 평균 손가락 피부온(MST),

침지동안 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR), 최저 손가락 피부온(LST)이 높고, 침지동안 손가락 피부온이 최초로 상승할 때까지 걸린 시간(TTR), 침지 후 침지전의 손가락 피부온으로 회복할 때까지 걸린 시간(RT)이 짧아서 국소내한성이 더 우수하였다. 그러나 농업인과 환경미화원의 비교에서는 미화원의 침지동안의 최고 손가락피부온과 최저 손가락피부온과의 차이(AT)가 더 커서 가장 우수한 국소 내한성을 가진 것으로 나타났다.

농업인과 사무직 종사자 두 직업군에서 모두 겨울 평균기온이 낮은 서울지역 사람들이 평균기

Table 7. Resistance index(RI) in each group

sex index	Farmer		Indoor worker				Street cleaner		F-value		
	Pyeongtaek		Kwangju		Seoul		Naju				
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female			
RI	2.50	2.17	2.20	2.46	2.60	1.83	1.61	1.78	2.00	2.92	2.39**

은이 상대적으로 낮은 광주지역 주민에 비해 높은 침지동안의 평균 손가락 피부온(MST), 침지동안 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR), 최저 손가락 피부온(LST)을 보이고, 침지동안 손가락 피부온이 최초로 상승할 때까지 걸린 시간(TTR), 침지 후 침지전의 손가락 피부온으로 회복할 때까지 걸린 시간(RT)이 짧아서 국소 내한성이 더 우수하였다. 이것은 서울의 외기온이 겨울철에 광주보다 낮아서 서울지역 사람들이 더 강한 내한성을 가지게 된 것으로 해석된다.

그러나 서울의 여자 사무직원은 광주 사람들에 비해 침지동안의 평균 손가락 피부온(MST)과 침지동안의 최고 손가락피부온과 최저 손가락피부온과의 차이(AT)는 더 높고, 침지동안 손가락 피부온이 최초로 상승할 때까지 걸린 시간(TTR), 침지 후 침지전의 손가락 피부온으로 회복할 때까지 걸린 시간(RT)은 더 짧았으나 침지동안 최초 상승시의 손가락 피부온(TFR)과 최저 손가락 피부온(LST)이 낮아서 어느 지역 사람들의 내한성이 더 우수하다고 단정 짓기 어려웠다. 여자는 주로 겨울에 찬물에 손을 담그는 부업일을 많이 하기 때문에 지역간의 외기온 차이가 국소 내한성에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

항동상지수는 남자는 직업간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 여자는 환경미화원의 값이 가장 높고 다음으로 농업인, 사무직 종사자의 순으로 사무직 종사자의 국소내한성 수준이 가장 낮다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 농업인과 미화원의 국소내한성을 사무직 여성 및 대학원생과 비교하였을 때, 농업인 여성이 유의하게 높은 항동상지수를 보인 것과 일치하였다.

따라서 본 연구 피험자를 대상으로 4계절의 생활환경온도를 측정 한 선행연구에서 증명되었듯이 사무직 종사자는 하루 중 대부분의 시간을

패적인 실내에서 생활함으로써 외기에 노출될 기회가 많은 농업인과 미화원에 비해 내한성 수준이 낮다는 것을 알 수 있었다.

Krog(1960)은 랍란드인, 노르웨이 어부, 백인 대조군을 대상으로 냉수침지에 의한 국소냉혈관반응을 연구한 결과, 냉수침지동안 평균손가락 피부온은 유의차를 보이지 않았으나 백인 대조군의 경우 침지동안 손가락 피부온이 최초로 상승할 때까지 걸린 시간이 더 길어서 혈관반응 발현 개시가 다른 두 그룹보다 더 늦은 것을 알 수 있었다.

직업에 따른 국소내한성을 측정비교한 실험은 이외에도 Itoh 등(1970)에 의한 Hokkaido에 사는 아이누족, 농업인, 생선공장노동자, 어부, 학생을 대상으로 한 것이 있으며 그 결과 인종적으로 추위에 강하다고 알려져 있는 아이누가 가장 내한성이 우수하나 농업인과 생선공장노동자도 다른 직업군의 사람들에 비해 유의하게 좋은 내한성을 가지고 있었다. 연구자들은 아이누족에서 보이는 것과 같은 인종적 차이뿐만 아니라 추위 노출의 경험이 인체의 내한성을 향상시킨다고 결론지었다.

이러한 국소냉혈관반응의 추위 경험의 영향은 Adams와 Smith(1962) 등과 같은 연구자들에 의해 확고하게 정립되었다. Mobetsu에 사는 통조림 공장 근로자들이 보여준 침지동안 빠른 re-warming과 더 높은 손가락 피부온은 국소적인 추위노출의 직업적인 경험 때문이다. 왜냐하면 이들은 생선을 가공하는 동안 손을 찬물에 넣거나 영하의 냉동창고에서 작업하는 경우가 많기 때문이다. 이들과 유사한 결과는 가스페해 어부, 생선 가공업자 등에서도 나타났다.

5. 내열성

직업별로 총발한량, 국소발한량, 직장온, 심박수, 주관적 한서감각 등을 통해 내열성을 비교한 결과는 Figure 9~11까지 제시하였다. 총발한량과 넓적다리 국소 발한량에서는 남녀 모두 나주 지역 농업인이 다른 직업군과 비교하여 유의하게 많은 발한량을 나타내었다($p < .05$). 그러나 본 연

구에서의 남자 사무직 종사자들이 피로회복을 목적으로 사우나를 자주 한다고 응답하였기 때문에 (약 30%) 평택지역 농업인과 발한량에서 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 특히 연령이 증가함에 따라 더 뚜렷하였다. 그러나 발한량 이외의 항목에는 사우나의 영향이 없었던 것으로 평가되었다.

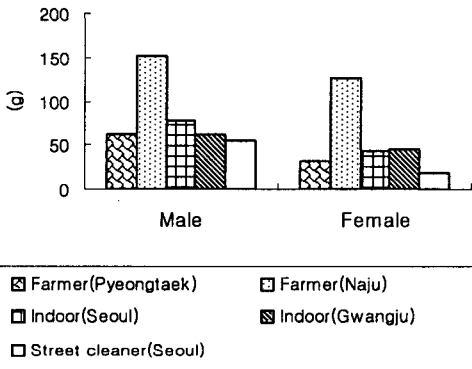


Figure 7. Comparison of total sweat volume in each group

서열순화가 진행되면 발한량이 증가할 뿐 아니라 발한개시시간이 감축되고, 서열환경에 노출되어 순화된 장거리 선수의 경우 피부혈류량이 증대하고 직장온 상승에 따른 발한량의 증가도 더 심화된(Nadel et al. 1974; Piwonka & Robinson 1967). 발한의 시작과 발한량은 개인차가 상당히 크지만 가장 중요한 인자는 서열순화 정도이며, 순화되지 않은 피험자의 경우에는 순화된 피험자에 비해 같은 환경조건에 노출되었을 때 발한량이 적고 열부하 정도는 크다(Bonner et al. 1976).

또한 농업인은 사무직 종사자에 비해 더위 노출동안 유의하게 낮은 피부온을 유지하여 서열순화에 따라 평균피부온이 저하한 것으로 나타났다

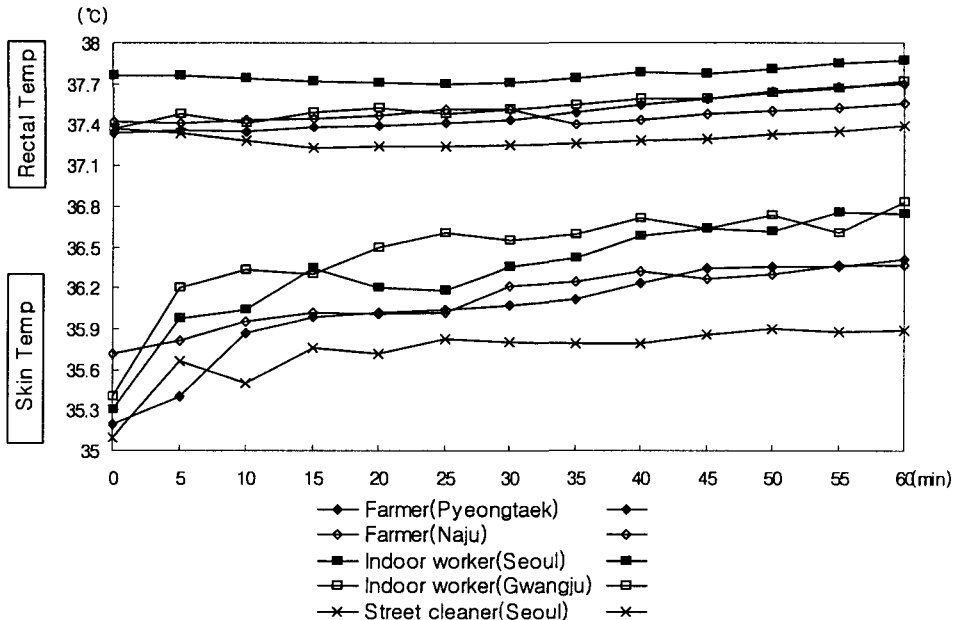


Figure 8. Changes of rectal temperature and mean skin temperature in each male group

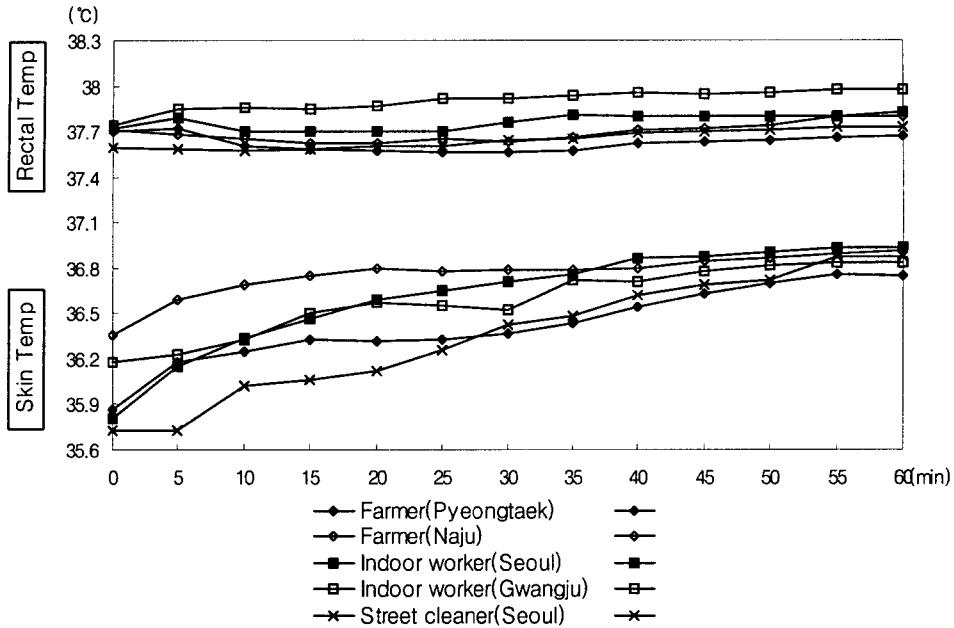


Figure 9. Changes of rectal temperature and mean skin temperature in each female group

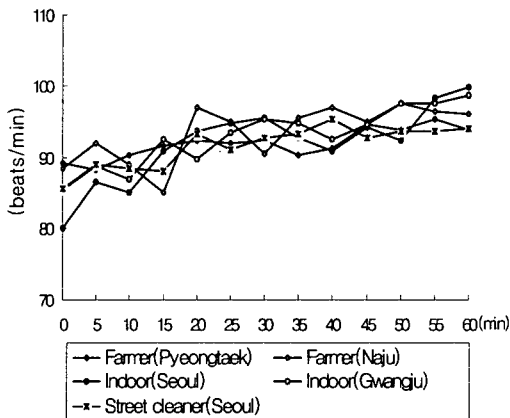


Figure 10. Changes of pulse in each male group

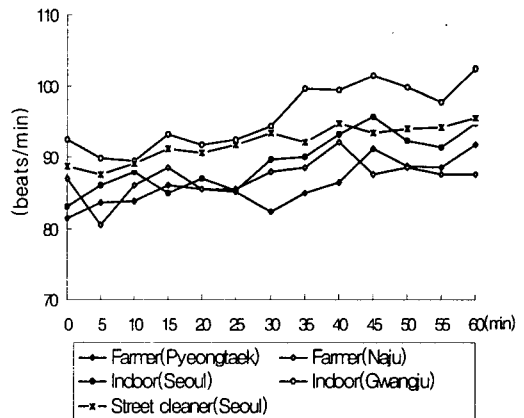


Figure 11. Changes of pulse in each female group

($p < .05$). 평균피부온의 저하는 서열순화 결과 더 낮은 심부체온에서 사지말초부의 혈관이 이완되고, 체표면 전체에 걸친 발한이 가능하게 되기 때문이라고 한다. 이러한 현상의 원인은 서열순화에 따른 시상하부의 set-point 저하에 있다. 따라서 더운 환경에서 낮은 피부온과 직장온($p < .05$) 및 심박수($p < .05$)를 유지한 농업인은 직업 즉 외

부환경의 노출로 인해 서열순화가 된 것으로 해석할 수 있었다. Givoni(1973)에 의하면, 49°C 고온 환경에서 7일간 매일 100분 노출 후 직장온과 피부온이 저하하였고, Henane(1975)과 Wyndham(1967)도 40°C 이상의 고온환경에서 10일 이하의 노출 후 직장온이 노출 전에 비해 저하하였다고 보고하였다. 연구자들은 모두 더위 적응에 의한

고온순화의 결과로 직장은, 피부온이 저하함을 주장하였다.

더위노출 60분 동안 의복내 온도와 습도에서도 직업간에 차이를 보였다. 남자의 경우, 농업인의 의복내 온도가 다른 직업군에 비해 유의하게 낮았다($p < .01$). 환경미화원은 밤에 작업을 하기 때문에 더위에 노출되는 기회를 많이 갖지 못하므로 의복내 온도가 농업인에 비해 높고 의복내 습도도 계속 상승하여 실험 후반에는 사무직 종사자와 비슷한 수준을 보였다. 여자의 경우에, 미화원의 의복내 온도가 가장 낮았으나 농업인도 사무직 종사자에 비해 유의하게 낮은 온도를 나타냈으며, 의복내 습도도 농업인이 다른 두 직업군에 비해 낮았다($p < .001$). 따라서 남녀 모두 두 지역에서 농업인의 의복내 온도와 습도가 낮아 내열성이 강한 즉 더위에 유리한 반응을 보였다. 이때 주관적 한서감각 중 습윤감, 쾌적감도 농업인과 환경미화원이 더 쾌적하다고 답하였다.

따라서, 외기에 노출될 기회가 많아 서열순화가 되었을 것으로 판단되는 농업인이 다른 직업군의 사람들에 비해 발한량이 많고, 더위 노출동안 유의하게 낮은 직장온, 피부온 및 심박수를 유지하였으므로 내열성이 더 우수하다고 평가되었다.

IV. 결론 및 요약

본 연구는 농업인의 환경적응능력의 수준을 진단하기 위해 직업으로 인해 생활환경 온도가 다른 도시겨주 타 직업군을 선정하고 이들과 농업인의 에너지대사를 계절별로 측정하여 생활환경온도와 에너지대사의 계절변동과의 관련성을 파악하고, 겨울철과 여름철에 각각 내한성과 내열성을 측정하여 이를 비교분석하였다. 연구결과는 다음과 같다.

1. 생활·작업환경 온습도로 볼 때, 농업인은 4계절 모두 생활·작업환경의 노출온도범위가 커서 더운 환경과 추운 환경을 폭넓게 경험하는데 반해, 사무직 종사자는 신체를 노출시키는 온도의 범위가 작았으며, 이 차이는 여름철에 가장 뚜렷했다. 또한 농업인의 생활·작업환경 온도가

여름에는 높고 겨울에는 낮았다.

2. 에너지대사량의 계절변동에서는, 농업인과 환경미화원의 에너지대사량은 冬高夏低의 뚜렷한 계절적응을 보였지만, 사무직 종사자는 대사량의 계절적 적응을 보이지 않았다. 농업인은 남녀 모두 지역의 구분 없이 모두 에너지대사의 계절적응을 보인 반면 미화원은 남자인 경우에만 나타났다.

3. 작업환경온과 에너지대사량과의 상관관계를 살펴보면, 에너지대사량의 변동폭이 서울지역의 여자 사무직 종사자를 제외하고 직업, 지역, 성별에 관계없이 하루 24시간 중 수면시간을 제외하고 가장 장시간 생활하는 작업장의 온도와 역상관을 보이는 것으로 나타났다.

4. 직업별 내한성을 비교한 결과, 남자 그룹 중 농업인은 사무직 종사자와 환경미화원에 비해 두 지역 모두에서 국소내한성이 더 우수하였고, 여자 그룹 중 농업인과 미화원은 사무직 종사자에 비해 국소내한성이 더 우수하였다. 지역별 내한성을 비교한 결과, 농업인과 사무직 종사자 두 직업군에서 모두 서울 사람들이 광주 지역 주민에 비해 국소 내한성이 더 우수하였다. 항동상지수는 남자는 직업간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 여자는 환경미화원의 값이 가장 높고 다음으로 농업인, 사무직 종사자의 순으로 사무직 종사자의 국소내한성 수준이 가장 낮은 것을 알 수 있었다.

5. 직업별 내열성을 비교한 결과, 농업인이 다른 직업군의 사람들에 비해 발한량이 많고, 더위 노출동안 유의하게 낮은 직장온, 피부온 및 심박수를 유지하여 내열성이 더 강한 것을 알 수 있었다.

이상과 같이 농업인은 여름에는 덥고 겨울에는 추운 환경에서 생활함으로써 환경적응에 유리한 대사량의 계절적응과 우수한 내한성 및 내열성을 보여 방위체력이 좋다는 것이 시사된다. 따라서 온열생리학적 관점에서 볼 때, 농업인의 생활환경이 건강의 관점에서 도시인보다 더 바람직하다고 할 수 있었다.

참고문헌

- 손장렬(1982) 온열환경조건의 쾌적범위와 평가에 관한 연구. *공기조화·냉동공학* 11(1), 11-24.
- 윤정숙·이지숙(1989) 도시주택의 여름철 온열환경에 관한 측정실험연구. *대한가정학회지* 27(1), 71-83.
- 황수경·최정화·성화경(1999) 계절별 창의량이 안정시 에너지대사량에 미치는 영향. *한국의류학회지* 23(3), 483-494.
- Adams T, Smith E(1962) Effect of chronic local cold exposure on finger temperature responses. *J Appl Physiol* 17(2), 317-322.
- Ahn OS, Choi JW(1997) Digital vascular cold reactions in Korean farmers during finger immersion in cold water. *J Jpn Assoc Rural Med* 46(4), 665-678.
- Bonner RM, Harrison MH, Hall CJ et al.(1976) Effects of heat acclimatization in humans. *J Appl Physiol* 41(5), 708-713.
- Givoni B, Goldman(1973) Predicting effects of heat acclimatization on heart rate and rectal temperature. *J Appl Physiol* 35(6), 875-879.
- Henane R, Bittel J(1975) Changes of thermal balance induced by passive heating in resting man. *J Appl Physiol* 38(2), 294-299.
- Hwang KS, Choi JW(2001) Effect of occupational exposure in human cold-resistance. *IAAMRH Journal* 24(1), 40-47.
- Itoh S, Kuroshima A, Hiroshige T, Doi K(1970) Finger temperature responses to local cooling several groups of subjects in Hokkaido. *Jap J Physiol* 20, 370-380.
- Jung HS, Choi JW(2000) Indoor temperatures of the rural houses in Korea. *IAAMRH Journal* 23(1), 56-67.
- Kihichiro Hirai, Taro Inoue, Hisato Yoshimura(1968) Studies on effect of heat content on the vascular hunting reaction to cold, and the reaction of women divers. *Jpn Physiol* 30(12), 12-21.
- Krog J, Folkow B, Fox RH and Andersen KL(1960) Hand circulation in the cold of lapps and north norwegian fishermen. *J Appl Physiol* 15(4), 654-658.
- Kurazumi Y, Nakamura R, Matsubura N(2000) Effect of different postures on the resting metabolic rate of young Japanese at operative temperature of 28°C. *Jpn J Biometeor* 37(1), 27-37.
- Nadel ER, Pandolf KB and Roberts MF et al.(1974) Mechanism of thermal acclimation to exercise and heat. *J Appl Physiol* 37(4), 515-520.
- Nakamura M, Hori S, Sugawara K et al.(1980) Basal metabolism and serum protein bound iodine and characteristics of their seasonal variations in Okinawa-inhabitants. *Jpn J Biometeor* 17(2), 78-86.
- Nakamura M, Usutani S, Horimal T et al.(1969) Local specificity of the seasonal variation in the basal metabolic rate of Japanese. *Tohoku J Exp Med* 99, 171-178.
- Ogata K(1973) *The Adaptation. Medical, Dental and Pharmacy Publish Company, Tokyo*, pp. 32-62.
- Ogawa T(1992) Comfortable environment vs. optimum environment. *Jpn J Biometeor* 29(2), 97-100.
- Piwonka RW, Robinson S(1967) Acclimatization of highly trained men to work in severe heat. *J Appl Physiol* 22(1), 9-12.
- Shimaoka A, Machida K, Kumae T et al.(1987) Seasonal variation of basal metabolism. *Jpn J Biometeor* 24(1), 3-8.
- Sugawara K, Machida K, Shimaoka A et al.(1982) Seasonal changes in basal metabolic rate and serum free fatty acid in the antarctic environment. *Jpn J Biometeor* 19, 59-69.
- Taesler R(1991) The bioclimate in temperate and northern cities. *Int J Biometeor* 35(3), 161-168.
- Wyndham CH(1967) Effect of acclimatization on the sweat rate/rectal temperature relationship. *J Appl Physiol* 22(1), 27-30.
- Yoshimura M, Yukiyoshi K, Yoshioka T et al.(1966) Climatic adaptation of basal metabolism. *Fed Proc* 25, 1169-1174.