

# 착의훈련을 통해 향상된 내한능력의 지속성에 대한 연구

이        종        민

상지대학교 병설 전문대학 의상과

## Time Course of Increased Cold Tolerance Resulting from Cool Clothing in Daily Life

Jong-Min Lee

Dept. of Clothing, Sang-Ji Junior College

(1997. 5. 15 접수)

### Abstract

To study the time course of increased cold tolerance, the physiological responses were measured during the course of a 2-yr study (Feb. 1995~Feb. 1996) of four female college students, whose cold tolerance was proved to be increased through wearing cool clothing in daily life from Sep. 1994 to Feb. 1995. To determine their cold tolerance, subjects rested at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , then were exposed to  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $50\pm 5\%$  R.H. for 90min in Feb. 1995 and Feb. 1996.

Subjects' rectal temperatures, mean skin temperatures, heat production, shivering onset, thermal sensations, and comfort showed no significant changes, when they were measured in 1995 and 1996. Based on these results, we can safely assume that mild cold acclimatization coming from wearing cool clothing lasts at least one year, that is until the following year. One of the possible explanations for this is that the subjects did not increase their clothing thermal resistances after the cold acclimatization.

### I. 서        론

사람은 추위나 더위에서 생리적인 내성, 특히 내한능력이 제한되어 있으므로 의복이나 주거환경 등의 행동적 적응을 이용해 온 것이 사실이다. 체온조절 측면에서 의복의 역할은 외부로부터 직접적인 환경자극을 배제하며 인체주변에 국소기후를 형성함으로써 체온조절을 하게 되는 까닭에 생체 자체의 다양한 체온조절 기능을 적극적으로 사용하지 않거나, 혹은 관계되는 기능

만 계속적으로 사용하게 되어 다양한 환경변화에 적응할 수 있는 내한·내열능력을 저하시키기 쉽다<sup>1,2)</sup>. 그러나 이것은 반대로 보면 의복을 조절하여 손쉽게 의복기후를 창출함으로써 더욱 다양한 체온조절 반응을 유도하고 나아가 체온조절 기능의 향상을 가져올 수 있다는 것으로도 해석될 수 있다. 이에 대해서는 이미 선행연구에서 겨우내 다소 서늘하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 따뜻하게 의복을 착용하고 생활한 사람들에 비해 추운환경에 대한 내한성이 향상되었을 뿐만 아니라<sup>3)</sup> 운동능력도 향상되었으며<sup>4)</sup>, 향상된 내한능력은 내

열능력에 부적(負的) 상관관계를 보이지 않았다는 결과<sup>5)</sup>로 확인된 바 있다. 착의량 조절로 내한성이 향상되었다는 연구 결과<sup>9)</sup>에 따르면 겨우내 다소 서늘하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 추운환경에서 체열용량이 심부로 이동함에 따른 피부 열절연성의 증가와 함께 산열의 효율성이 증가되어 산열과 방열의 균형에 의해 체온을 유지한 반면, 이와 대조적으로 항상 따뜻하게 의복을 착용하고 생활한 사람들은 피부온이 높아 추운 환경에서 열손실이 크고 떨림이 계속 일어나며 안정시 산열량은 낮고 추위노출시 산열 증가율은 크게 증가하여 산열효율이 좋지 못한 까닭에 자각적인 추위와 함께 체온의 하강을 초래하는 것으로 나타났다. 이와 같이 일상생활에서 착의 조절을 통해 추위적응 능력이 습득될 수 있다는 사실이 밝혀짐에 따라 일단 습득된 추위적응 능력은 언제까지 지속되는지, 혹은 추위적응 능력을 얻기 위해서는 해마다 착의 훈련을 해야 하는지 등의 의문이 제기된다.

한편, Park 등<sup>6)</sup>에 의하면 우리 나라 해녀들은 바닷물에서 겨우내 기초대사율이 뚜렷이 증가하고 휴식시 산소소비량은 약간 증가하여 비전열성 열생산의 존재가 확실하고 떨림 역치는 몹시 높아짐과 동시에 최대 조직 절연은 1년 내내 높아 찬물 침수시 주어진 혈류에 대한 말단부위의 열효율이 낮은 특성을 보인다고 하여 인간이 추위에 적응할 수 있는 최대 한계임을 밝힌 바 있다. 그러나 1977년부터 5년에 걸쳐 이들을 대상으로 조사해 본 결과, 찬 바닷물에 대한 이들의 생리적인 적응특성이 완전히 소실되었음을 확인하게 되었으며, 이러한 결과는 면작업복을 착용하였던 1977년 이전에는 바닷물에 신체가 직접 노출되었던 반면에 습식작업복이 보급된 1977년 이후에는 바닷물에 대한 직접적인 노출이 없었던 것이 그 원인이라고 분석하였다. 그리하여 몹시 찬 바닷물 스트레스에 반복적으로 노출함으로써 추위적응력이 향상되었다 할지라도 스트레스가 제거되면 적응력도 사라지게 된다고 보고하였다. 또한 Budd 등<sup>7)</sup>도 6명의 피험자가 10일간에 걸쳐 하루에 30분에서 60분 동안 찬물(15°C) 침수욕을 행함으로써 습득한 추위적응력을 6달 후 완전히 소실하게 되었다고 보고한 바 있다. 그들은 이러한 탈적응의 원인을 피험자들이 추위적응 습득 후 남극 여행을 하게 되었고, 그때의 극심한 추위에 대한 보상으로 항상 과보온을 한 결과라고 분석하였다. 이러한 보고들에서 볼 수 있는 바와 같이 심한 환경 스

트레스에 대한 적응은 심한 불편감을 수반하고 따라서 이러한 불편감을 해소하고자 하는 방향으로 행동성 체온조절을 행하게 되는 까닭에 이것이 탈적응의 원인이 되었던 것으로 보여진다. 즉, 탈적응 반응은 적응시의 자극 강도와 관련이 있을 것으로 생각되며, 극심한 환경 스트레스에 대한 적응과는 달리 대부분의 사람들이 생활해 나가며 접하게 되는 온화한 환경 스트레스에 대한 적응력 습득 후 인체의 대응 양상은 차이가 있을 것으로 본다.

이에 본 연구에서는 겨울철 일상생활에서 착의훈련이라는 온화한 방법으로 습득된 계절적 추위적응력이 그 다음해 어떠한 양상을 보이는지 알아봄으로서 적응훈련의 지속 효과 및 필요성을 검토해 보고자 한다. 이를 위하여 겨우내 다소 서늘하게 의복을 착용하고 생활하여 추위적응력이 향상된 사람의 체온조절 반응을 1년 후에 측정해 봄으로서 적응훈련 직후와 1년 경과후의 체온조절 반응을 비교해 보고 결과에 대한 원인을 파악해 보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 피험자 및 실험시기

피험자는 94년 9월부터 이듬해인 95년 2월까지 한시감각면에서 다소 서늘한 느낌이 들도록 의복을 착용하고 생활하도록 하여 내한성이 증진된 것으로 확인된 건강한 여자 대학생 4명을 대상으로 하여 그 후 1년 동안, 즉 착의훈련 직후인 95년 2월부터 1년 경과 후인 96년 2월까지의 훈련을 하지 않고 자유롭게 착의하도록 하였다. 이와 같이 훈련 종료 후 1년 경과 동안 착의량을 자유롭게 하도록 한 것은 선행연구<sup>3)</sup>에서 행한 착의훈련 방법 및 1회 착의훈련의 적절성 및 유효성을 실제 착의생활에 적용하여 검토하고자 하는 의도에서였으며, 훈련 종료 후 1년 경과 동안 피험자들의 일상생활은 훈련시와 유사하였다. 실험은 착의훈련 직후인 1995년 2월(훈련 직후)과 훈련 종료 1년 경과후인 1996년 2월(1년 경과후)에 행하였으며, 실험시 외기환경온은 각각 0~5°C, -5~5°C였다. 피험자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

### 2. 실험방법

실험방법은 이미 보고한 "의복착용습관이 추위적응



Table 2. Physiological responses obtained in Feb. 1995 and 1996

	Rest at 25°C		Exposure to 15°C	
	right after ('95)	1 yr after ('96)	right after ('95)	1 yr after ('96)
Rectal temp (°C)	37.10±0.07	37.10±0.08	37.23±0.02	37.28±0.02
Head skin temp (°C)	34.60±0.19	33.98±0.14*	31.09±0.12	30.95±0.08
Trunk skin temp (°C)	34.30±0.10	33.63±0.53	31.72±0.16	31.84±0.17
Arm skin temp (°C)	32.38±0.21	32.42±0.56	27.61±0.26	27.50±0.27
Hand skin temp (°C)	33.15±0.34	33.28±0.81	24.24±0.51	24.29±0.52
Thigh skin temp (°C)	30.75±0.38	31.18±0.33	25.71±0.25	
26.39±0.25				
Leg skin temp (°C)	30.63±0.25	31.05±0.42	26.66±0.23	27.56±0.26**
Foot skin temp (°C)	29.78±0.86	28.38±0.50	24.02±0.45	23.76±0.33
Mean skin temp (°C)	32.53±0.19	32.30±0.14	28.39±0.19	28.63±0.16
Core-skin thermal gradient (°C)	4.57±0.25	4.80±0.18	8.85±0.20	8.64±0.17
Rest heat production (kcal/min.kg)	16.75±0.70	14.85±0.84		
Heat production at 15°C (kcal/min.kg)			18.18±0.42	18.45±0.67
Shivering onset (min.)			no shivering±0.00	85±5.0
Thermal sensation	4.50±0.50	4.75±0.25	6.97±0.22	7.14±0.16
Comfort	1.00±0.00	1.00±0.00	1.50±0.09	1.25±0.07

Values are M±SE. Rest heat production (kcal/min.kg) is the response obtained at 25°C.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, as compared with 1995 in each condition

감각을 비교하였다.

### III. 결과 및 고찰

착의훈련 직후와 1년 경과후의 체온조절 반응 및 주관적인 감각의 결과는 Table 2와 같다.

직장은온은 25°C 안정시 훈련 직후와 1년 경과 후 모두 37.1°C로 동일하였으며, 15°C 노출시 훈련직후에 비해 1년 경과후 0.05°C 높게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다.

추운환경 노출시 90분 동안의 직장은온 변화 양상도 훈련 직후와 1년 경과후 유사하게 나타났다.

추운환경 노출에 대한 이들의 심부온 변화과정이 추위에 적응되지 않은 사람들의 반응과 차이가 있는지 알아보기 위하여, 선행연구<sup>9)</sup>에 참가하여 따뜻하게 착의하며 생활하였던 까닭에 추위에 적응되지 않았다고 확인된 여대생 2명을 대조군으로 하여 본 실험에 참여시켜 반응을 측정하여 비교하였다. Fig. 2는 추운환경 노출 90분 동안 적응그룹과 대조그룹의 직장은온 변동폭을 나타낸 것으로서 90분 노출기간 동안 적응그룹의 직장은온은 안정시 온도 이상으로 유지된 결과를 보인 반면에 대조그룹의 직장은온은 노출 50분 이후부터 안정시 온도

이하로 하강하는 결과를 보였다. 또한 직장은온의 초발상승도 적응그룹이 대조그룹에 비해 높게 나타났을 뿐만 아니라 오래 지속되었다. 직장은온의 초발상승 현상은 체열이 조적을 통하여 이동한 결과로서<sup>10,11)</sup>, 인체가 추위에 대해 과도하게 방어하는 것이 그 원인이라 하며, 대한(對寒) 반응이 왕성하게 일어나는 것을 의미하는 것으로 알려져 있다<sup>12)</sup>. 이와 같이 추운환경에서 적응그룹의 직장은온 상승 및 초발상승 현상이 훈련 직후와 1년

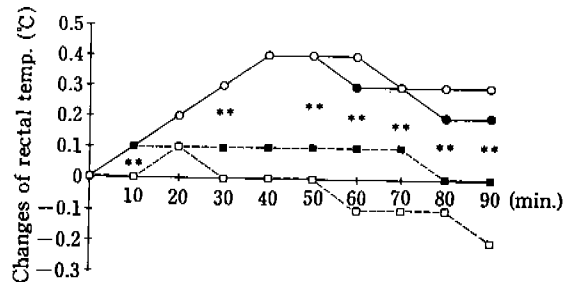


Fig. 2. Changes in rectal temperature when exposed to 15°C.

● : right after (cold group)      ○ : 1yr after (cold group)  
 ■ : right after (control group)    □ : 1yr after (control group)  
 \*\*p<0.01 differences between 1yr after in cold group and control group

경과후 유사할 뿐 아니라 대조그룹의 반응과 비교해 볼 때 현저한 차이가 나타난 점은 훈련 직후인 95년 2월에 적응그룹과 대조그룹간의 반응을 비교한 선행연구 결과<sup>3)</sup>와 일치하는 것으로서 적응그룹의 체열 보유 능력이 적응훈련 1년 후까지 유지되고 있다는 사실을 보여주는 결과라 하겠다.

피부온은 훈련직후에 비해 1년 경과후 25°C 안정시에는 이마에서만 유의하게 감소하고( $p < 0.05$ ), 15°C 노출시에는 종아리에서만 유의하게 증가하였으며( $p < 0.01$ ) 그 외의 부위에서는 상승과 하강 등의 일관된 경향을 보이지 않아 안정시와 노출시 훈련경과에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다.

평균피부온은 안정시는 훈련직후에 비해 1년 경과 후 다소 하강하고, 노출시는 다소 상승하였으나 안정시와 노출시 모두 훈련경과에 따른 통계적인 유의차는 나타나지 않았다.

Fig. 3은 추운환경 노출시 각 부위 피부온 및 평균피부온의 하강도를 나타낸 것이다. 아랫팔과 손을 제외한 모든 부위에서 훈련 직후에 비해 1년 경과후 추운환경 노출에 따른 피부온 하강도가 작게 나타났으며(가슴은  $p < 0.1$ , 종아리는  $p < 0.1$ ), 따라서 평균피부온의 하강도도 작게 나타났다.

체내온도분포 상태를 반영하는 심부온(직장온)과 외각온(피부온)간의 온도기울기는 안정시는 훈련 직후에 비해 1년 경과후 증가하였으며 노출시는 감소하였으나 이 결과 또한 훈련 경과에 따른 통계적인 유의차는 보이지 않았다.

이상에서와 같이 추운환경에서 인체로부터의 방열을 예측할 수 있는 피부온의 반응과 심부온과 외각온간의 온도기울기를 보면, 1년 경과후 다소간의 몸무게 증가로 인한 피하지방 두께의 증가에도 불구하고 추운환경

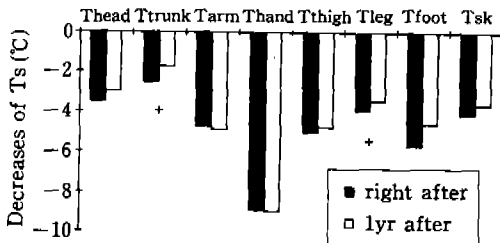


Fig. 3. Decreases of skin temperatures when exposed to 15°C.

■ : right after    □ : 1yr after    + :  $p < 0.1$

노출에 따른 피부온의 하강도가 대체로 작게 나타나고 평균피부온이 다소 상승하였으며 심부온과 외각온간의 온도기울기가 작아진 점 등과 안정시 이마온과 가슴온이 하강한 점 등은 피부 열결연성이 다소 나빠진 것을 반영하는 결과로서 인체로부터의 방열이 증가되었을 것이라고 판단되나 통계적인 유의차를 보이지 않았다는 점에서 확신하기 어렵다.

떨림은 훈련 직후에는 노출 90분 동안 모든 피험자에게서 일어나지 않았으나 1년 경과후에는 피험자 4명 중 1명에서 60여분 경과시 일어났다. 떨림은 열생산의 수단으로서 산열량을 증가시키는 동시에 떨림 발생시 피부진동에 의해 체표면에서의 공기 대류가 촉진되고, 특히 말초부위의 혈류가 증대되어 말초부의 절연성이 저하하는 까닭에<sup>13)</sup> 산열과 동시에 방열도 증가하고 따라서 산열 효율이 뒤떨어진다는 것은 주지의 사실이다.

25°C 안정시 산열은 1년 경과후 감소하였으며, 15°C 노출시 산열은 증가하였으나 두 반응 모두 훈련 경과간의 유의한 차이는 보이지 않았다. 온열 중립환경에서 추운환경으로 노출시 산열의 증가율은 훈련 직후 8.54%에서 1년 경과후 24.24%로 증가하였다. 이와 같이 적응훈련 1년 경과후 안정시 산열이 감소하고 노출시 산열이 증가하여 산열의 증가율이 상승한 것은 산열의 효율성이 떨어진 것을 의미하는 것으로서<sup>13)</sup>, 이러한 사실은 1년 경과후 네 명 중 한 명에서 산열효율성이 좋지 않은 떨림을 일으켰다는 결과에서도 짐작할 수 있다.

한편, Budd 등<sup>7)</sup>은 추위적응이란 더 적은 대사량으로 심부온을 유지시키기 위하여 인체로부터의 열손실을 감소하는 것이라고 하였으며, 이것은 곧 체온조절 반응이 좀더 효율적으로 되는 것을 의미하는 것이라고 하였다. 이런 점에서 볼 때 본 연구에 나타난 결과, 즉 적응훈련 1년경과후 안정시 산열이 감소하고 추운환경에서 심부온을 유지할 위한 대사량이 증가하여 산열의 효율성이 떨어진 점 등은 인체가 추위적응되었던 상태에서 적응력을 잃어가는 과정으로 보여진다. 그러나 본 연구에서 측정된 대부분의 반응이 훈련 경과에 따른 통계적인 유의차를 나타내지 않은 점을 볼 때 적응력의 소실 현상은 매우 미약한 것으로 판단된다.

주관적인 온냉감각은 훈련 직후 '서늘하다'에서 1년 경과후 '춥다' 쪽으로 다소 이동하고, 쾌적감은 '약간 불쾌하다' 쪽에서 '쾌적하다' 쪽으로 다소 이동하였으나

두 반응 모두 훈련 경과에 따른 통계적인 유의차는 보이지 않았다. 사람의 온도감각은 행동성 체온조절을 일으키는 중요한 요인이고 환경 적응에 따라 동일한 감각을 일으키는 온도가 변화한다고 한다<sup>14)</sup>. 따라서 본 연구 결과에 나타난 바와 같이 일상생활에서 온화한 방법, 즉 다소 서늘하게 착의하는 방법으로 습득된 추위 적응력은 극단적인 추위에 대한 적응과는 달리 큰 불쾌감을 수반하지 않는 까닭에 훈련 종료후 보온을 위한 착의량의 급격한 증가를 가져오지 않게 되고, 이것이 1년 경과후 온냉감각을 변화시키지 않은 원인이 되어 추위 적응력이 지속된 것으로 판단된다. 다시말해 1년 후까지 추위 적응력이 유지될 수 있었던 것은 적응훈련으로 인해 더 낮은 온도로 이동된 행동성 체온조절의 개시점(set point)이 이동된 상태에서 1년경과후까지 유지된 것에 기인한 결과로 파악된다.

#### IV. 요약 및 결론

착의훈련을 통해 습득된 추위 적응 능력이 훈련 종료 1년 경과후 어떠한 양상을 보이는지 알아봄으로서 추위 적응 능력의 지속성 및 적응훈련의 필요성을 검토해 보고자, 다소 서늘하게 착의하고 생활하여 추위 적응 능력을 습득한 여자 피험자 4명의 체온조절 반응을 훈련 직후와 1년 경과후 측정하여 비교하였다. 훈련 종료 후 1년 경과 동안 착의방법은 자유롭게 하도록 하였다. 추위 적응 평가를 위한 실험은 피험자를  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\%$  R.H.(안정시 반응)에서  $15 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $50 \pm 5\%$  R.H.의 환경으로 노출시켜(노출시 반응) 90분 동안 직장온과 7부위 피부온, 떨림 개시시간, 산소소비량 및 주관적인 감각을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 안정시 및 노출시 직장온은 훈련 직후 및 1년 경과후 유사하였으며, 노출 90분 동안의 직장은 변동폭 및 초발상승 현상도 훈련 직후와 1년 경과후 유사하였다.

2. 안정시 이마온과 노출시 종아리온만 1년 경과후 각각 유의하게 하강( $p < 0.05$ ) 및 상승하고( $p < 0.01$ ), 다른 부위 피부온은 안정시와 노출시 모두 훈련 경과에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 추운환경 노출에 따른 피부온의 하강도는 1년 경과후에 대체로 작게 나타났다(가슴은  $p < 0.1$ , 종아리는  $p < 0.1$ ). 평균피부온, 심부온과 외각온간의 온도기울기는 훈련경과에 따

른 통계적인 유의차를 보이지 않았다.

3. 떨림은 훈련 직후 일어나지 않았으나 1년 경과후 1명의 피험자에서 일어났다.

안정시 및 노출시 열생산량은 훈련 경과에 따라 통계적으로 유의하지 않았으나, 추운환경 노출에 따른 산열의 증가율은 훈련지후에 비해 1년 경과후 증가하였다.

4. 온냉감과 쾌적감도 훈련 경과에 따라 통계적으로 유의하지 않았다.

이상의 결과에서 추운환경에 대한 직장온의 반응이 훈련 직후와 1년 경과후 유사할 뿐만 아니라 대부분의 측정항목에서 훈련경과에 따른 통계적인 유의차가 나타나지 않은 점을 볼 때 착의훈련에 의해 향상된 내한능력이 1년 후까지 유지되고 있다는 사실을 확인할 수 있으며 따라서 착의량 조절을 통한 내한성 향상 훈련의 유효성을 다시 한번 인식하게 된다.

이러한 결과는 주관적인 감각 반응에서 보는 바와 같이 추위 적응시(적응 직후) 이동된 행동성 체온조절의 개시점이 1년 경과후 크게 변화되지 않은 것에 기인하는 것으로 판단된다.

그러나 한편, 통계적인 유의차는 없었다 할지라도 1년 경과후 피부온이 다소 높아지고 노출시 피부온의 하강도가 대체로 작아진 점과 심부온과 외각온간의 온도 기울기가 다소 작아진 점 등은 방열이 증가되었음을 나타내고, 노출시 산열의 증가율이 상승한 점은 산열의 효율성이 떨어졌음을 의미하는 것으로서, 미세하나마 적응능력을 소실하고 있는 과정으로 파악된다.

따라서 일상생활에서 다소 서늘하게 착의함으로써 향상된 추위 적응력을 계속적으로 유지하기 위하여는 적응력 습득 후 보온력의 증가를 초대하는 착의량의 증가를 삼가하여야 할 것으로 본다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 田村照子, 基礎被服衛生學, 文化出版局, 132, 1985.
- 2) 박봉규, 환경과 인간, 이화여자대학교 출판부, 14-19, 1986.
- 3) 이종민, 이순원, 의복착용습관이 추위 적응능력에 미치는 영향, 한국의류학회지, 21, 3, 536-543, 1997.
- 4) 이종민, 이순원, 전태원, 보온력이 상이한 의복의 착용습관이 운동능력에 미치는 영향, 한국의류학회지, 21, 2, 286-291, 1997.
- 5) 이종민, 의복을 이용한 내한성 향상 훈련이 내열성에

- 미치는 영향, 한국의류학회지, 21, 4, 669-676, 1997.
- 6) Y.S. Park, D.W. Rennie, I.S. Lee, Y.D. Park, K.S. Paik, D.H. Kang, D.J. Suh, S.H. Lee, S.Y. Hong and S.K. Hong, Time course of deacclimatization to cold water immersion in Korean women divers, 54, 6, 1708-1716, 1983.
- 7) Budd, G.M. & Brotherhood, J.R. & Beasley, F.A. & Hendrie, A.L. & Jeffery, S.E. & Lincoln, G.J. & Solaga, A.T. Effects of Acclimatization to Cold Baths on Men's Responses to Whole-Body Cooling in Air, Eur. J. Appl. Physiol., 67, 438-449, 1993.
- 8) 정성태, 전태원, 운동생리학 실험, 태근문화사, 135-159, 1994.
- 9) 日本纖維機械學會 被服學體系化分科會編, 被服科學  
總論, 日本纖維機械學會.
- 10) E.W. Banister and N.D. Geladas, Core temperature after-rise during recovery under thermoneutral conditions in thermally stressed subjects. The 12th symposium on man-thermal environment system, 104-109, 1988.
- 11) Webb, P., After drop of body temperature during rewarming: an alternative explanation, J. Appl. Physiol, 60, 385-390, 1986.
- 12) 緒方維弘, 適應, 醫齒藥出版株式會社, 1-189, 1973.
- 13) 土居勝彦, 墨道震汎, ヒトの生理的寒冷適應能, 北海道醫學雜誌, 50(3), 259-273, 1976.
- 14) 中山昭雄, 溫熱生理學, 理工學社, 73-521, 1985.