

## 함정 선내의 온열요소에 대한 조사 연구

장미숙<sup>1\*</sup> · 고창두<sup>1</sup> · 문일성<sup>1</sup> · 이춘주<sup>1</sup> · 김상현<sup>2</sup>

<sup>1</sup>해양운송시스템연구본부, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소  
<sup>2</sup>선박해양공학과, 기계공학부, 인하대학교

## A Investigation of On-board Thermal Factor

M. S. Jang<sup>1\*</sup>, C. D. Koh<sup>1</sup>, I. S. Moon<sup>1</sup>, C. J. Lee<sup>1</sup> and S. H. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Ocean Research & Development Institute/Korea Research Institute of Ships  
& Ocean Engineering (KORDI/KRISO), Daejeon 305-343, Korea  
<sup>2</sup>Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea

### 요 약

본 연구에서는 PMV 기반-공조시스템 설계를 위한 기초자료 조사를 목적으로 6가지 물리적/주관적 온열요소의 특성을 평가하였다. 물리적 온열요소의 평가에서는 25톤 함정의 조타실과 통신실, 100톤 함정의 기관실에서 열적 불만족이 발생할 수 있었다. 착의상태 및 활동상태 항목은 육상 실내건축의 내용을 선상 근무에 맞게 수정하여 이용하였다. 주관적 온열요소 중 의복의 열 저항치는 모든 함정의 선실에서 승조원 사이의 편차가 커서 신진대사량에 비해 온열평가에 미치는 영향이 더 민감한 것으로 나타났다. 주관적 온열요소의 분포는 대체로 표준 정규분포보다 오른쪽으로 꼬리가 긴 비대칭분포를 보였다.

**Abstract** – This paper is focused on the research of environmental and human factors for a design of PMV-based air conditioning system in the ship. In the results from environmental factor research, it is possible to dissatisfy thermally in the wheel house and communication room of 25 ton and engine room of 100 ton. The clothing and activity in the ship is modified using inland indoor characteristics. Thermal resistance of clothing may be more sensitive to PMV(predicted mean vote) than metabolic rate because of large deviation among maritime polices. The distribution of human factor is right long-tailed than standard normal distribution.

**Keywords:** Thermal Comfort(열쾌적), Environmental Factor(물리적온열요소), Human Factor(주관적온열요소), Distribution of Thermal Factor(온열요소의 분포), Ship's Cabin(선실)

### 1. 서 론

인간은 신진대사에 의한 열의 발생과 열적 대류, 열복사, 수분 증발, 열전도 등에 의한 열손실이 발생하면 열적으로 쾌적한 상태를 유지하기 위해 노력한다. 이러한 개념은 과거 건축 환경의 기본 바탕이 되었으며, 현재에도 가장 중요한 인자 중의 하나이다.

한편, 생활양식과 근무양식 등의 변화에 따라 현대인은 하루의 대부분을 실내에서 생활하게 되면서 실내 환경에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 선진국의 경우 1970년대부터 빌딩증후군이 대두되었고 국내에서는 1980년대 후반부터 활발하게 연구가 진행되어 오고 있다. 빌딩 증후군의 중요한 원인 중 하나는 부적절한 온열조건에 의한 열적 불쾌적 상태가 발생한 경우이다.

반면, 선박의 경우는 건축의 실내와 비슷한 조건으로 공조되지만 일반 건축물에 비해 폐쇄성이 강하고, 출항에서 귀항까지 며칠 혹은 수주일 동안 함내에서 생활을 해야 하므로 실내 환경의 온열 쾌적성에 더욱 유의를 해야 하지만 아직까지 심도 있는 연구가 이루어지지 못하는 실정이다. 다만, 한국해양연구원[2002]의 기존연구를 통해 부족하지만 함정 내에서의 기온, 습도에 대한 단기간 측정치에 의해 단편적인 자료를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 한국해양연구원[2002]에서 측정된 온·습을 이용하여 물리적 온열요소에 의한 쾌적 여부를 알아보고, 설문조사를 통해 승조원의 주관적 온열요소의 특성을 평가하고자 한다. 온·습에 대한 조사는 해양경찰청의 25, 100, 250, 1000, 1500 ton 함정에 대하여 이루어졌고, 주관적 온열요소는 250, 500, 1000, 1500 ton 함정에 대하여 조사되었다.

연구의 결과는 신조 함정의 설계시 경제적이고 최적화된 자동-

\*Corresponding author: jmsrose@kriso.re.kr

냉난방 시스템의 설계를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다(Funakoshi and Matsuo[1995], 장미숙등[2004]).

## 2. 연구 방법

열에 의한 쾌적함이나 불쾌감을 나타내는 요소는 물리적 온열요소와 주관적 온열요소 두 가지로 나눌 수 있다.

물리적 온열요소는 공기의 건구온도(DBT, °C), 상대습도(RH, %), 기류속도(Var, m/s), 평균복사온도(MRT, °C, 복사열이라고도 한다)이고 이중 열적 쾌적감에 가장 영향을 미치는 요소는 건구온도이다. 주관적 온열요소는 인체의 활동상태에 의한 신진대사량(metabolism)과 착의상태(clothing)가 있다. 이러한 4가지 물리적 온열요소와 2가지 주관적 온열요소를 온열 6요소라고 하며, PMV(predicted mean vote)와 PPD(predicted percentage of dissatisfied) 평가의 기본 요소가 된다(ISO[1994]).

### 2.1 물리적 온열요소

물리적 온열요소 중 건구온도 및 상대습도는 2002년 25, 100, 250, 1000, 1500톤 함정에 대하여 조타실, 통신실, 침실, 체육실,

식당, 기관제어실, 기관실 및 발전기실에서 측정되었다. 측정해상의 위치와 시기는 25, 250톤 선박은 2월에 인천 근해에서 오후에, 100, 1500톤 선박은 3월에 남해 추자군도 해역에서 각각 오후와 오전에, 1000톤 선박은 5월로 부산 근해에서 오전에 이루어졌다. 측정기기는 온·습도계(SATO SK-L200TH)를 이용하였고, 측정 높이는 선실 바닥에서 약 20~30 cm 높이의 실중양부에서 이루어졌으며 측정하는 동안 대부분의 선실은 문이 열려져 있었다. 침실은 사병의 침실에서 측정되었으며 1~2명의 승조원이 취침 중이었다. 물리적 온열요소 중 기류속도와 평균복사온도는 아직 측정되지 않았으므로 본 연구에서는 고려하지 않았다. 기류속도와 평균복사온도에 대한 ISO의 사용 권장기준은 각각 0~1 m/s, 10~40°C 이다(ISO[1994]).

### 2.2 주관적 온열요소

착의상태(clothing)와 활동상태에 따른 신진대사량(metabolism)은 2004년 7~8월 각 대상 선박 별로 승조원에 대한 설문조사를 실시하여 평가하였다. Table 1은 승조원에 대한 주관적 온열요소를 조사하기 위한 설문 예시이다. 착의상태 및 활동상태에 대한 예시항목은 육상 실내 건축의 온열평가에 이용되는 착의상태와 활

Table 1. Example of a survey question

10.	함정내 각 장소에서의 주요 활동 내용을 주요한 순서로 아래에서 3가지 선택하고 그 비율을 기입하여 주시기 바랍니다. (승선중의 모든 활동에 대하여 기입)			
	<b>함정내에서의 주요 활동 종류</b>			
	휴식활동: ① 잠 ② 기댐 ③ 편안히 앉음 ④ 서서 쉬 보행: ⑤ 느린 속도 보행 ⑥ 일반 속도 보행 ⑦ 빠른 속도 보행 사무활동: ⑧ 타이핑 및 컴퓨터 작업 ⑨ 앉아서 작업(서류 작성, 센서 조작 및 감시, 기기 조작, 조타 작업 등) ⑩ 서서 작업(서류 작성, 센서 조작 및 감시, 기기 조작, 조타 작업 등) ⑪ 돌아다님 ⑫ 물건 및 서류 등 포장/운반 기타작업: ⑬ 요리 ⑭ 청소 장비조작: ⑮ 가벼운 작업(간단한 수리 및 수선 작업 등) 힘든 작업(대형 장비 및 기기 조작, 중장비 조작 등) ⑯ 50 kg 이상의 장비 및 기기 등 운반 기타활동: ⑰ 구기활동 등 (탁구, 족구 등)			
	기입 사례			
	1) 함정내 장소인 조타실 근무 중, 앉아서 근무가 50%, 서서 근무가 40%, 서류 운반이 10%인 경우 2) 함정내 장소인 침실에 있을 때 잠이 60%, 편안히 앉음이 30%, 서서 쉬이 10%인 경우			
	함정내 장소	제 1 순위	제 2 순위	제 3 순위
	① 조타실	⑨-50%	⑩-40%	⑫-10%
	③ 침실	①-60%	③-30%	④-10%
11.	함정내 각 장소에서의 착의 상태를 머리, 상의, 하의, 양말, 신발의 5개 부분으로 구별하여 각각 기입하여 주시기 바랍니다. (두 개 이상 기입하여도 무방함)			
	<b>신체 각 부분별 착의물의 내용</b>			
	모자: ① 모자 ② 귀마개 ③ 마스크 상의: ④ 짧은 소매셔츠(얇은 것) ⑤ 긴소매셔츠(얇은 것) ⑥ 짧은 소매셔츠(두꺼운 것) ⑦ 긴 소매셔츠(두꺼운 것) ⑧ 넥타이 ⑨ 얇은 조끼 ⑩ 두꺼운 조끼 ⑪ 얇은 셔터 ⑫ 두꺼운 셔터 ⑬ 얇은 자켓 ⑭ 두꺼운 자켓 하의: ⑮ 얇은 바지 ⑯ 두꺼운 바지 팬티 양말: ⑰ 얇은 양말 ⑱ 두꺼운 양말 신발: ⑲ 슬리퍼 ⑳ 구두 운동화 ㉑ 장화/부츠			
	기입 사례			
	1) 겨울에 조타실 근무중에 착의물이 모자, 긴 소매셔츠(두꺼운 것), 두꺼운 조끼, 두꺼운 바지, 팬티, 두꺼운 양말, 구두인 경우			
계절	함정내 장소	머리	상의	하의
			양말	신발
겨울	① 조타실	①	⑦ ⑩	⑫ ⑰
			⑱	㉑

**Table 2.** Thermal resistance for clothing ensembles of maritime police

Garment	$I_{cl,i}$		
	clo	/W	
Head <sup>1)</sup>	Hat	0.03 0.005	
	Ear plug	0.02 0.003	
	Mask	0.03 0.005	
Upper part	Shirt	light, short sleeved	0.14 0.022
		light, long sleeved	0.22 0.034
		heavy, short sleeved	0.25 0.039
		heavy, long sleeved	0.29 0.045
	Necktie	5%	
	Waistcoat	light	0.15 0.023
		heavy	0.29 0.045
	Sweater	light	0.20 0.031
		heavy	0.37 0.057
	Jacket	light	0.22 0.034
heavy		0.49 0.076	
Lower part	Underwear		0.05 0.008
	Trousers	light	0.26 0.040
		medium	0.32 0.050
		heavy	0.44 0.068
	Socks	light	0.03 0.005
		heavy	0.04 0.006
	Footwear	light (slippers, sandals)	
shoes (sneakers etc.)		0.04 0.006	
boots		0.08 0.012	

1) There is not the thermal resistance of head part in ISO 7730. The assumed values of hat, ear plug and mask should be confirmed.  
 ※ 1.0 clo=0.155 m<sup>2</sup>C/W=0.133 m<sup>2</sup>h°C/kcal  
 ※  $I_{cl,i}=0.82 \sum(I_{cl,i})$

**Table 3.** Metabolic rates of different typical activities in the cabins

Activity	Metabolic rate	
	met	W/m <sup>2</sup>
Rest	sleeping	0.7 40
	reclining	0.8 45
	seated, relaxed	1.0 60
	standing, relaxed	1.2 70
Walking	slow	2.0 115
	moderate	2.6 150
	fast	3.8 220
Affairs	typing, computer	1.1 65
	sedentary activity	1.2 70
	standing activity	1.4 80
	packing/transport	2.1 120
Equipment handling	light machine work	2.0~2.4 115~140
	heavy machine work	4.0 235
etc.	cooking	1.6~2.0 95~115
	cleaning	2.0~2.4 115~200
	exercise	4.0 235

※ exercise: running, table tennis, foot volleyball, etc.  
 ※ 1.0 met=58.2 W/m<sup>2</sup>=50 kcal/m<sup>2</sup>h

동상태를(ISO[1994]) 선상 근무에 맞게 수정하여 이용하였다. 수정된 착의상태 및 활동상태에 대한 의복 열저항치와 신진대사량은 Table 2 및 Table 3과 같다. Table 2에서 육상의 실내 환경과는 다르게 함정 선내에서는 작업을 위한 모자, 귀마개, 마스크 등을 착용하는 장소가 나타났지만, 착의상태에 대한 의복의 열저항

치가 존재하지 않았다. 그러나 함내 작업 과정에서 이러한 착의물은 온열환경에 영향을 미칠 수 있으므로 표에 포함하였으며 의복 열저항치는 양말에 해당되는 0.03~0.05 clo로 가정하였다. 이 값은 추후 정확한 값으로 확인되어야 할 것이다. 한편 침실의 경우 취침시 모포의 열저항치가 큰 영향을 미치지만 열저항치에 대한 자료를 얻을 수 없어 이 논문에서는 고려하지 않았다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 물리적 온열요소 평가

Table 4는 건구온도 및 상대습도 측정 결과이다(한국해양연구원[2002]).

표를 살펴보면 1000톤의 경우 타 선박에 비해 온도가 높게 측정되었는데 이는 측정시기가 5월인 점과 난방을 한 상태에서 측정되었기 때문으로 판단된다. 난방을 한 상태에서 측정한 1000톤 선박의 측정치를 살펴보면, 타 선박에 비해 온도와 습도의 각 실간 격차가 큰 것을 볼 수 있다. 특히 침실의 경우 29°C로 식당의 21.5°C에 비해 7.5°C 더 높게 나타나 선실 이동에 따른 온열적 불쾌적 문제의 발생 가능성이 있었다.

한편, 3월에 측정한 100톤과 1500톤 선박을 비교해 보면 1500톤에 비해 100톤 선박의 온도와 습도가 다소 높게 측정되어 작은 규모의 선박에 대한 온열문제가 더 크게 발생할 수 있는 것으로 나타났다.

25톤 선박의 경우는 각 실이 외기와 접해있고 선박 노후로 기밀, 단열성이 떨어져 함내 온도가 20°C 이하로 나타나 역시 문제가 되었다.

Fig. 1은 Lechner[1991]에 의해 구분된 온도와 상대습도의 쾌적영역을 보여준다. 이 도표에 한국해양연구원[2002]의 각 톤별 측정 자료를 도해하여 온·습 적으로 쾌적한지를 알아보았다. 평가 결과, 25톤 함정의 경우는 조타실과 통신실이 춥고 습하였으며, 100톤 함정의 기관실은 습한 것으로 나타났다.

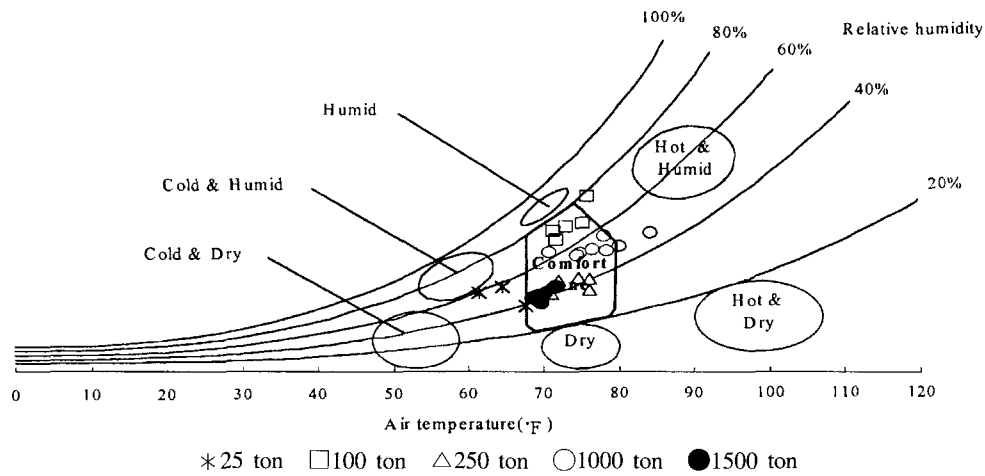
한편, 그림에서 1000톤 함정의 침실 일부는 더운 것으로 평가되고 있는데 이는 앞서 기술했듯이 난방을 한 상태에서 측정된 자료이기 때문으로 판단된다. 또한, 측정된 온·습 자료가 각 톤수별로 선정된 하나의 함정에서 단기간에 측정된 자료이기 때문에 이러한 결과는 동일 톤수의 함정에 대한 온열 특성이라고 단언할 수는 없다. 따라서 향후 함정별, 계절별로 추가 연구를 통해 대표성 있는 온열요소 값을 도출해야 할 것이다.

#### 3.2 주관적 온열요소 평가

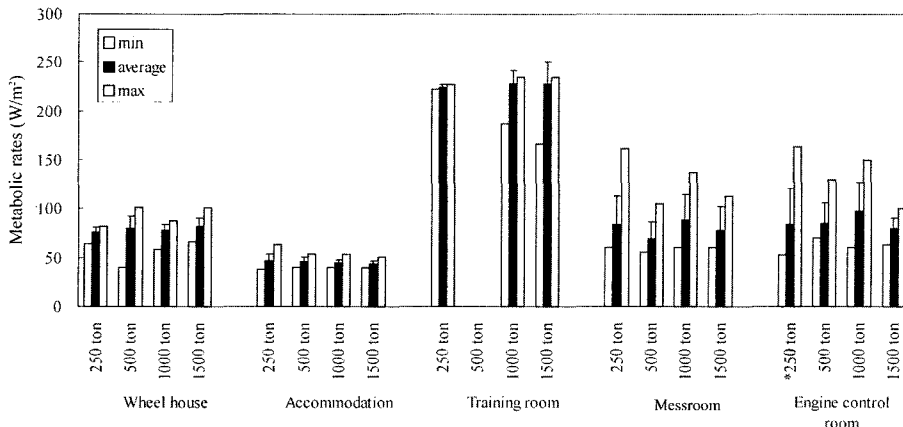
각 실별 착의상태와 활동상태는 250, 500, 1000, 1500톤 함정에 대해 각각 32, 35, 42, 40명의 승조원이 응답한 내용을 바탕으로 평가되었다. 조사 장소는 온도와 상대습도의 측정자료를 가지고 있는 조타실, 통신실, 침실, 체육실, 식당, 기관제어실, 기관실, 발전기실 등에 대해 조사되었다. 그러나, 통신실, 기관실, 발전기실 등은 조사 함정 전체에서 자료수가 적어 본 논문에서는 고려

**Table 4.** Dry bulb temperature and relative humidity in various ships

Subject	25 ton		100 ton		250 ton		1000 ton		1500 ton	
	DBT(°C)	RH(%)	DBT(°C)	RH(%)	DBT(°C)	RH(%)	DBT(°C)	RH(%)	DBT(°C)	RH(%)
Wheel house	16.3	59.6	22.0	47.9	22.2	46.4	23.8	54.6	21.0	36.9
Communication room									20.3	41.8
Accommodation 1	18.1	56.8	24.0	47.6	23.7	43.2	29.0	46.1	21.3	42.6
Accommodation 2			21.8	53.6	24.5	40.8	25.6	55.4	21.8	43.9
Accommodation 3									20.4	43.0
Training room							23.6	53.9	21.1	40.6
Messroom							21.5	63.6	20.8	42.7
Engine control room			22.8	51.7	24.5	35.6	25.8	49.0	22.0	44.4
Engine room	19.9	39.0	24.3	37.6	21.7	34.0	24.7	52.8	20.8	38.2
Auxiliary machine room							26.7	47.9		



**Fig. 1.** Thermal comfort zone.



**Fig. 2.** Metabolic rates in various cabins.

하지 않았다.

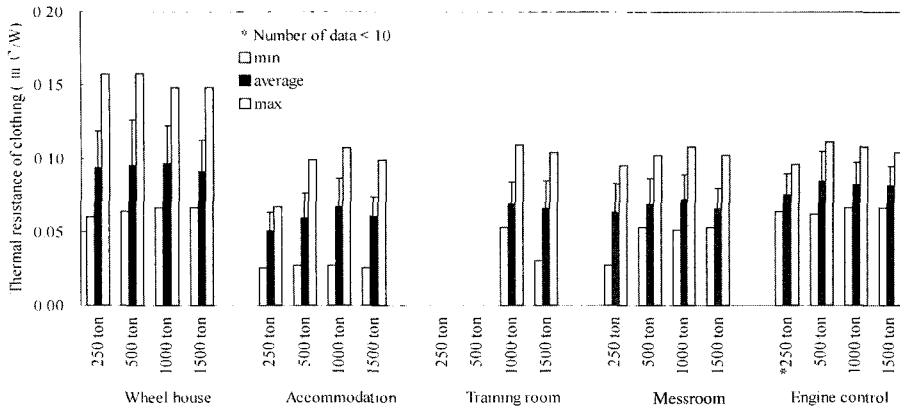
활동상태는 계절과 상관없이 동일한 활동상태를 보이는 것으로 가정하고 장소별로만 응답하도록 하였으며, 착의상태는 계절별 및 장소별로 응답하도록 하였다.

Fig. 2와 3은 각 함정의 활동상태에 의한 신진대사량과 착의상태에 의한 총 의복 열저항치의 평균과 표준편차를 보여준다. 그림에서 툰수 앞에 \*가 붙어 있는 함정은 자료수가 10개 미만인 경우이다. 신진대사량의 경우는 각 실별 활동의 종류와 비율을 이용하여 가중평균값으로 계산하였고, 총 의복 열저항치는 각 의복의

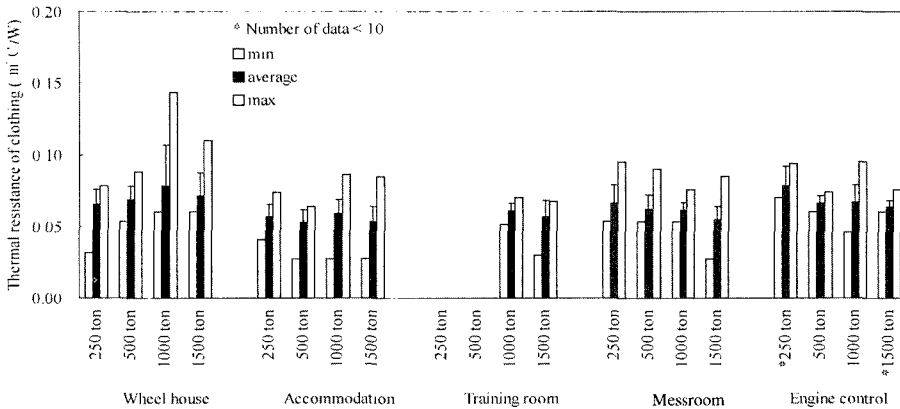
열저항치 총합의 82%(ISO[1994])로 계산하였다.

조타실과 침실의 신진대사량 편차는 10% 이내로 크지는 않았지만, 식당과 기관제어실의 경우는 승조원 사이의 계급에 따른 작업 특성에 따라 큰 차이를 보였다. 신진대사량이 가장 낮은 선실은 침실로 4개 함정 평균이  $45.16 \pm 4.58 \text{ W/m}^2$  이었다.

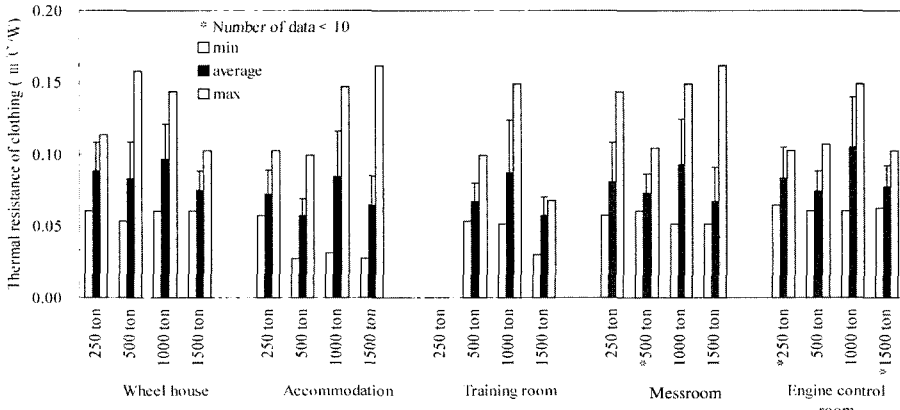
총 의복 열저항치를 살펴보면, 여름에는 표준편차가 다른 계절에 비해 작은 것으로 나타났지만 대체적으로 모든 선실에서 신진대사량 보다 표준편차가 크게 조사되었다. 따라서, 승조원의 온열평가에, PMV/PPD 결과가 더 민감하게 영향을 미칠 것으로 판



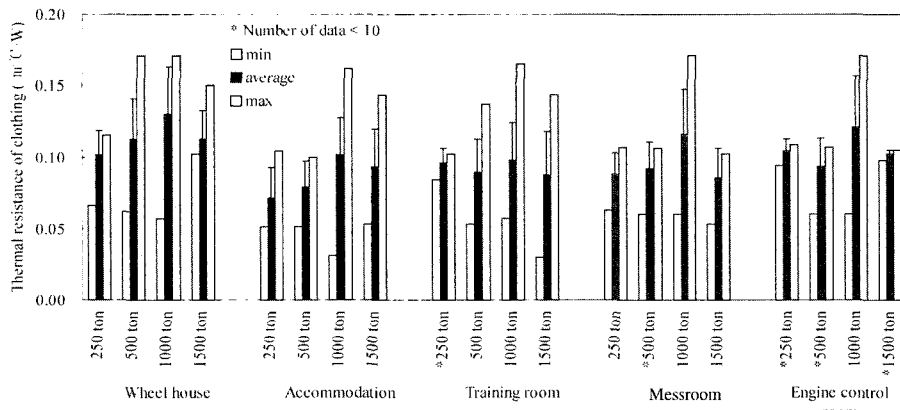
(a) Spring



(b) Summer



(c) Fall



(d) Winter

**Fig. 3.** Total thermal resistances of clothing in various cabins.

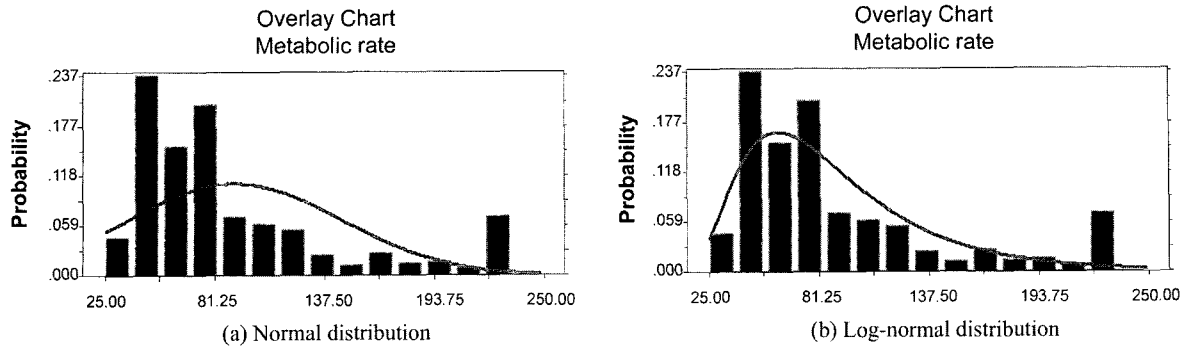


Fig. 4. Distribution of on-board metabolic rates.

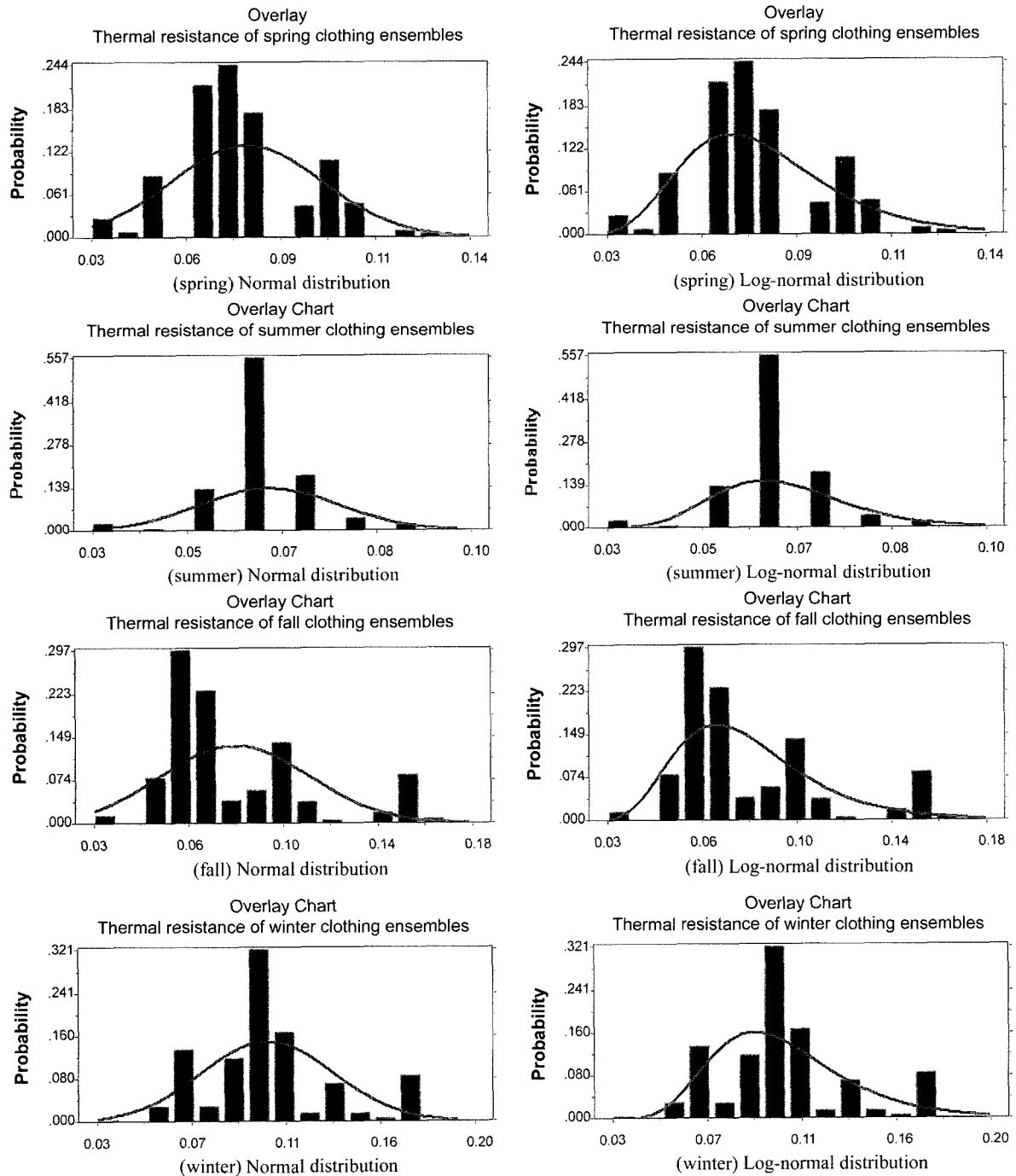


Fig. 5. Distribution of on-board total thermal resistances of clothing.

**Table 5.** Kurtosis and skewness of human factors

Statistics	Metabolic rate	Thermal resistance of clothing ensembles			
		Spring	Summer	Fall	Winter
Kurtosis	1.127	2.104	8.761	0.652	0.865
Skewness	1.432	0.980	1.837	1.195	0.732

단된다. 선실 중 총 의복 열저항치가 가장 큰 선실은 조타실이었으며, 봄  $0.09 \pm 0.03 \text{ m}^2\text{C/W}$ , 여름  $0.07 \pm 0.02 \text{ m}^2\text{C/W}$ , 가을  $0.09 \pm 0.02 \text{ m}^2\text{C/W}$ , 겨울  $0.12 \pm 0.03 \text{ m}^2\text{C/W}$ 으로 조사되었다.

한편, 1000 ton 함정의 각 선실에서 신진대사량과 의복 열저항치의 자료수는 기관제어실(17)을 제외하면 24-41개로 다른 함정에 비해 많았다. 또한, 설문 응답 표기에서 1인이 여러 설문지에 표기한 흔적이 나타나지 않았으므로 다른 함정에 비해 신뢰할 만한 자료로 나타났다. 여기서, 1000 ton 함정에 대한 주관적 온열요소는 물리적 온열요소와는 별도로 함정의 실제 승조원에 대해 설문조사된 것으로 난방여부와는 무관하다.

**3.3 주관적 온열요소의 분포**

자료의 대표 값을 표현할 때 보통 정규분포의 통계량인 평균과 표준편차를 사용한다. 그러나, 대수정규분포일 경우는 기하평균 및 기하표준편차를 사용하는 등 분포의 특성에 따라 통계량도 달라진다. 또한, 자료의 정확한 분포와 적합한 통계량을 입력자료로 이용하는 확률론적 평가방법 (U.S.EPA[1997], 장미숙과 이진홍[2002])은 냉난방 설계 및 PMV/PPD 평가에서 무시될지도 모르는 상한과 하한의 온열 요소값들에 대한 고려를 가능하게 하여 평가의 확실성을 보완할 수 있다.

본 연구에서는 표준 정규분포의 통계량을 검토하고 통계적으로 가장 간단하고 많이 이용되는 대수정규분포와 비교하여 어떤 분포가 더 적합한지를 알아보았다.

신진대사량과 총 의복 열저항치의 분포 도표는 4개 함정의 모든 주관적 온열요소 자료를 대상으로 Crystal Ball 5.5을 이용하여 도해했으며, 결과는 Fig. 4 그리고 Table 5와 같다. Table 5는 왜도와 첨도 도표이다. 첨도는 뾰족한 정도를, 왜도는 평균에 대하여 비대칭 정도를 나타낸다.

Fig. 4의 분포곡선을 살펴보면, 신진대사량은 대수정규분포 곡선과 더 잘 부합하는 것을 알 수 있는데, 이는 Table 5의 왜도값 1.432에서도 확인된다.

Fig. 5의 분포곡선과 Table 5의 왜도를 살펴보면 총 의복 열저항치는 모두 0보다 큰 값을 보여 대체로 오른쪽으로 꼬리가 긴 비대칭분포를 보이고 있다. 다만, 겨울철의 경우는 왜도가 0.732로 표준 정규분포 곡선과 가장 근사하였다. 첨도를 살펴보면, 모두 0보다 커서 분포곡선이 위로 뾰족한 형태를 보였지만 대체로 표준정규분포곡선보다 낮은 첨도를 나타냈다. 그러나 여름은 8.761로 표준정규분포 곡선보다 약 3배 정도의 높은 첨도를 보였다.

이와 같이, 온열평가에서 확률론적 평가방법을 이용할 경우 주관적 온열요소는 본 논문에서 고찰한 두 가지 분포곡선에서는 정

규분포보다 대수정규분포로 입력하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 그러나 좀 더 정확한 분포는 신뢰성 있는 자료가 더 많이 확보된 후 재평가되어야 할 것이다.

**4. 결 론**

본 논문에서는 25, 100, 250, 1000, 1500톤의 함정에 대해 조타실, 통신실, 침실, 체육실, 식당, 기관제어실, 기관실 및 발전기실에서 온도 및 상대습도를 실측하고 250, 500, 1000, 1500톤 함정의 승조원을 대상으로 설문조사를 통해 착의상태와 활동상태를 평가하였다. 연구 결과는 다음과 같으며, 신조선 설계시 온열 평가를 통한 경제적이고 최적화된 자동-냉난방 시스템이 고려되어야 한다는 필요성을 보여주는 기초 자료로 이용될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구의 결과는 일부 함정에 대한 단기간의 단편적 자료에 기인하고 있고 함내 온열요소가 선박의 노후 정도 및 주변 자연 조건에 많은 영향을 받지만 이를 고려하지 않았으므로 함정 전반에 대한 대표성을 확보하지는 못했다. 따라서 향후 이러한 점을 고려한 보다 심층적인 연구가 수행될 것이다.

(1) 물리적 온열요소인 온도와 상대습도 측면에서 25톤 함정의 조타실과 통신실은 습고 습하였으며, 100톤 함정의 기관실은 습한 것으로 나타나 열적 불만족이 발생할 것으로 판단된다. 또한, 난방 상태에서 측정된 1000톤 함정의 경우 각 선실의 온습차이가 크게 나타나 선실 이동시 열적 불쾌감을 나타낼 가능성이 있었다.

(2) 주관적 온열요소 중 의복의 열저항치는 모든 함정의 선실에서 승조원 사이의 편차가 커서 신진대사량에 비해 온열평가에 미치는 영향이 더 민감할 것으로 판단된다.

(3) 주관적 온열요소의 분포를 평가한 결과 신진대사량과 총 의복 열저항치는 대체로 표준 정규분포보다 오른쪽으로 꼬리가 긴 비대칭분포를 보였다.

**후 기**

본 논문은 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 기본연구사업으로 수행 중인 “차세대 친환경 해양운송시스템 기반 기술 개발” (PE00950)의 연구 성과 중의 일부임을 밝혀둔다.

**참고문헌**

[1] 장미숙, 고창두, 문일성, 이춘주, 김상현, 2004, “선내 온열환경을 고려한 함정 설계 기법”, 조선학회 추계학술대회 논문집,

- 721-724.
- [2] 장미숙, 이진홍, 2002, “대기 중 미량금속의 발암 위험도에 대한 몬테 카를로 분석”, 한국 대기환경학회지, 제18권 제6호, 465-474.
- [3] 한국해양연구원 해양시스템안전연구소, 2002, “함정근무 피로도 분석 연구”, 연구보고서, 41-86.
- [4] Funakoshi S., K. Matsuo, 1995, “PMV -based train air-conditioning control system”, ASHRAE Trans., Vol. 101, No. 1, 423-430.
- [5] ISO, 1994, “Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort”, ISO 7730.
- [6] Lechner, N., 1991, Heating, Cooling, Lighting : Design Methods for Architects, John Wiley & Sons.
- [7] U.S. EPA, 1997, “Guiding principles for monte carlo analysis”, EPA/630/R97/001.

---

2004년 10월 14일 원고접수

2005년 1월 20일 수정본 채택