

# 바닥면복사난방에서 Draft에 의한 쾌적열환경에 관한 연구

A study on the comfort thermal environment by the Draft  
in floor panel heating system

이 경 희  
Lee, Kyung-Hee

---

## Abstract

This study was to estimate how about various effects on the body thermal sensation as air velocity, clo, mean radiant temperature and resultant temperature are varied.

The indoor thermal environment elements are measured under the five different of air velocity.

Using the above considerations, the following results are obtained.

▶ The states, the air velocity under 0.5 m/s and 0.63 to 0.9 clo, were shown that the comfort zone of mean radiant temperature by 21.2 ~ 24.7°C, the neutral point by 22.8°C, the resultant temperature by 20.7 - 24.4 °C and the neutral point by 22.6°C.

▶ It was noted that occurred the air velocity ranges,  $0 < v < 0.1$  m/s,  $0.1 < v < 0.3$  m/s,  $0.3 < v < 0.5$  m/s, had been influencing thermal sensation on the body.

▶ On equal condition, the draft was occurred at a given air-velocity under 0.5m/s. It was also appeared the floor panel heating system affecting the body thermal sensation by the subject's below-chest parts and the local discomfort by the sensations on the feet and the knees.

---

## I. 서 론

실내환경은 열, 빛, 음, 공기환경으로 크게 대별할 수 있고, 생활환경의 질적인 향상으로 주거 공간내에서 쾌적한 환경을 점차 요구하고 있는 추세이다.

실내의 쾌적한 열환경 조성을 위한 연구는 20세기 초부터 많은 학자들에 의해 연구되어 왔으며, 이러한 연구들 대부분은 실 용도별 열환경 평가와 쾌적범위설정에 관한 내용들이었다. 한국의 경우는 1970년대에 석유파동 이후 에너지 절약 차원에서 열환경을 다루기 시작하여 80년대에 들어와 많은 성과를 보이고 있으나 미비한 편이며, 열환경에 관한 많은 연구가 더욱 활발히

---

\* 정회원, 공학박사

이루어져 실내열환경 실태에 맞는 쾌적 열환경지표가 확립되어야 할 것으로 생각된다.

쾌적한 환경은 인체와 주위환경 조건과의 밀접한 상호작용에 의해 이루어지기 때문에 실내열환경을 종합적으로 평가하기 위해서는 실내의 환경(물리적으로인)변수와 함께 재실자에 대한 주관적 반응이 충분히 검토되어야 한다.

바닥면복사난방에서 구조체의 단열성능과 바닥 표면온도가 적정하게 유지되고 있는 상태라면 인체의 열쾌적함에 영향을 미치는 주요인은 틈새로 유입되는 Draft로 볼 수 있고, 이 Draft는 실내 환경변수를 변화시키는 주 원인으로 작용하고 있기 때문에 이에 대한 연구가 쾌적한 열환경 조성이라는 측면에서 볼 때 해결해야 할 중요한 과제라 판단된다. 따라서 본 연구에서는 현재 주거공간에서 이용되고 있는 난방방식과 열적 성능이 유사하게 실험실을 조성하여 좌식생활시 Draft 열자극을 가했을 경우 실내열환경 변화에 따른 인체의 열감각이 어떻게 변화하는지를 각 층의 량별로 실험을 통해 알아보았다. 그리고 이 환경변수들의 변화가 인체의 열감각에 미치는 영향에 대해 EXCEL을 이용하여 환경(물리적)변수들과 열감각 간의 상관관계를 통계적 방법으로 검토하여, Draft가 발생하는 바닥면복사난방 공간에서의 쾌적범위에 대해 알아보고자 한다.

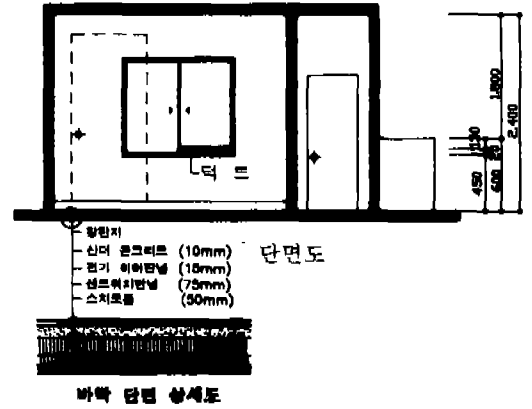
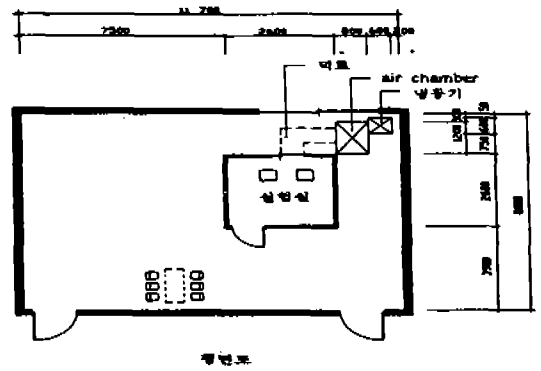


그림 1. 실험실의 평면과 단면

## II. 연구방법

### 1. 실험실

실험실은 실험실, 덕트, 에어 챔버, 냉동기로 조합되어 있으며 실험실의 크기는 2600×2600×2400 mm이며, 덕트는 바닥에서 45cm 높이 지점에 20×550mm 크기로 설치하였다. 벽체, 바닥 및 천장은 샌드위치 판넬(두께 150mm : 열관류율(k=0.2)), 바닥은 온도 분포가 균일한 전기히터판넬(1700×1700×15mm)로 구성되어 있으며, 실내기온을 지속시키기 위해 전기히터판넬 위에 10mm 두께로 균일하게 신더 콘크리트로 깔고 그 위에 비닐로 도배하였다. 실험실의 열환경은 자동제어가 되도록 자동온도 조절장치를 설치하였다.

실험실의 평면과 단면은 다음과 같다.

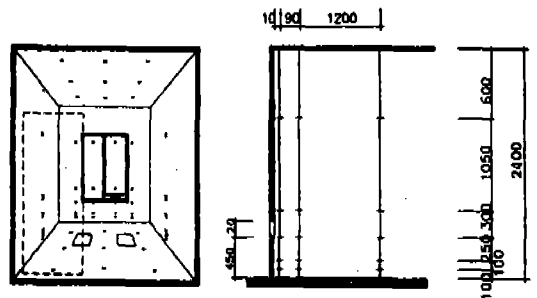


그림 2. 실험실의 측정점 위치

### 2. 열환경 측정요소

실험실 내에서의 열환경 변화는 (표 1)과 같이 측정하였다.

표 1. 측정요소 및 방법

	측정기기	측정점 위치
실내기온	0 Dalite(다점온도 측정계) 0 자기록 온도계 (Sato New Sigma)	벽체로부터 1cm, 10cm, 130cm 떨어진 지점의 각 높이별 10cm, 20cm, 45cm, 75cm, 180cm, 225cm 에서 측정
글로벌 온도	0 Globe Thermometer	실 중앙 및 각 모서리 4점 (높이 50cm)
습도	0 THERM 2246 Portable Digital Psychrometer	실 중앙 1점
풍속	0 열선 풍속계 (KANOMAX 24-6111) 0 Kata 온도계	덕트 입구 (높이 45cm)
표면 온도	0 Dalite 0 Spot Thermometer (Minolta IR-0510)	천장 : 9지점 벽체 : 30지점 바닥 : 9지점
유입Draft온도	0 Dalite	덕트 입구 (높이 45cm)
외기온	0 Dalite 0 자기록 온도계	실험실 밖 1점

3. 실험조건

실험실 내에서 Draft열감각에 영향을 미치는 변수는 착의량, 대사량, 실내기온, 바닥표면온도, Draft 지속시간, 기류속도, 유입Draft온도, 상대습도 등을 생각할 수 있다. 이 들 변수를 실험 중 동일하게 유지하기 위하여 각 변수를 아래와 같이 통일하였다.

1) 인체측조건

피실험자는 건강 상태가 양호한 19 ~ 32세 사이의 남,여 학생을 대상으로 각각 25명을 선정 하였으며, 피실험자의 신체조건은 (표 2)와 같고, 피실험자의 착의상태는 설문을 통한 예비조사 결과 동계 주거 공간 내에서 나타난 착의량을 대상으로 남녀 공히 0.63, 0.7, 0.8, 0.9 clo가 되도록 통일하였으며, 피실험자의 위치는 벽면으로부터 30cm 떨어진 지점에 正坐安定 狀態로 착석하였다.

표 2. 피실험자의 신체조건

	남 자				여 자			
	나이 (세)	신 장 (cm)	체중 (kg)	체표면적 (m <sup>2</sup> )	나이 (세)	신 장 (cm)	체중 (kg)	체표면적 (m <sup>2</sup> )
분포	20-33	167-184	53-80	1.58-2.02	20-25	147-168	38-61	1.25-1.69

\* Du Bois 체표면적 :

$$S = W^{0.425} \times H^{0.725} \times C (m^2)$$

W : 체중(kg) H : 신장(cm) C : 71.84

그리고 실험실 내에서의 대사량은 실험실 정좌 안정상태이므로 1.0 met로 본다.

2) 환경측조건

실험실 내에서 Draft열감각에 영향을 미치는 열환경 변수들은 실내기온, 바닥표면온도, 유입Draft온도, 기류속도, 상대습도 등을 생각할 수 있다.

• 실내기온, 바닥표면온도 : 실험실의 실내기온은 18 ~ 27℃로 변화시켰으며, 바닥면복사난방의 경우 바닥면의 쾌적온도는 30℃내외가 적당하기 때문에 실험실 바닥표면온도가 28℃ 이하가 되는 경우 바닥면 접촉으로 인한 열감각의 영향을 배제하기 위하여 피실험자는 실험실내 전기방석(29 ~ 31℃로 유지) 위에 착석하였다.

• 유입Draft온도 : 유입Draft온도는 덕트 선단에서 6 ~ 16℃로 냉동기를 이용하여 변화시켰다.

• 기류속도 : 예비실험 결과 주거공간 내에서의 기류속도는 0.5 m/s 이하였으므로 기류속도는 0.5 m/s 이하로 하여 덕트 선단에서 각 구간별  $0 < v < 0.1$  m/s,  $0.1 < v < 0.2$  m/s,  $0.2 < v < 0.3$  m/s,  $0.3 < v < 0.4$  m/s,  $0.4 < v < 0.5$  m/s 사이에서 변화하도록 조절하였다.

• 상대습도는 40 ~ 60% 범위로 조절하였다.

4. 실험방법

각 기류속도 구간별로 유입Draft온도를 변화시켜 아래와 같이 실험을 행하였다.

Draft 지속시간은 실험실에 正坐安定 狀態로 앉은 후 피부온이 안정되는 20분으로 하였고, 각 실험이 끝난 후 덕트로부터 기류가 유입되지 않는 상태에서 피부온의 회복과 실험실 기후에 순응하도록 20분 정도 휴식한 후 다음 실험에 임하였다.

실험은 피실험자 2인을 1조로 하여 동일 실내기온에서 5개의 각 기류속도 구간별 행하였으며, 먼저 실험에 대한 피실험자의 선입견을 배제하기 위하여 유입Draft온도와 기류속도를 변화시켜 다음 실험을 행하였다.

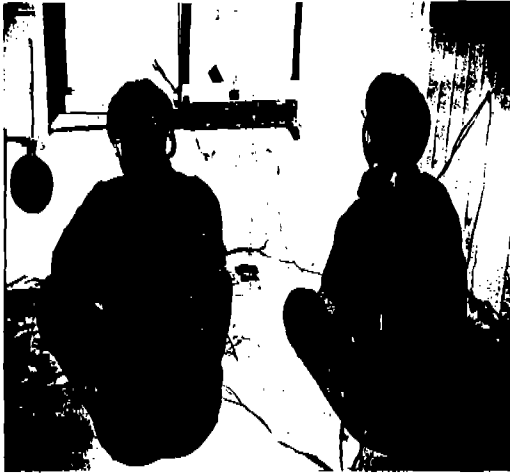


그림 3. Draft열감각 측정 모습

그리고 전신열감각에 대한 피실험자의 주관적 반응조사는 ASHRAE의 열환경 연구에서 가장 많이 이용되고 있는 생리심리학적반응척도 (Psycho - Physical Voting Scale)의 7단계 Scale을 이용하였다.

### III. 결과분석

#### 1. 실험실 열환경분포

실험실의 바닥 온도편차는  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  이내로 고른 편이었고, 시간별 바닥온도 변화에 따라  $t_{mrt}$  는  $t_a$ 보다 약  $1^{\circ}\text{C}$  높게 나타났다.

벽체로 부터 벽표면, 1cm, 10cm, 130cm 떨어진 지점에서의 각 높이별(10, 20, 45, 75, 180, 천장) 기온의 수직, 수평온도 분포는 매우 고른 편이었으나, 바닥에서 10cm 높이 지점에서 온도 변화 폭이 컸다. 또한 벽체로 부터 1cm 떨어진 45cm 높이 지점에서는 타지점 (벽표면, 10cm, 130cm)에 비해 약  $2^{\circ}\text{C}$  정도 낮았다. 이는 공기가 유입되는 덕트의 높이에 기인한 것으로 생각되어진다.

#### 2. Draft열감각의 회귀분석

Draft는 인체와 주위 환경과의 사이에서 인체의 열손실을 촉진시킬 뿐만 아니라 실내열환경을 변화시키며, 그로 인해 열감각이 달라질 수 있다. 따라서 유입Draft온도에 의해 조성되는 실내열환경 변화를 기초로 평균복사온도( $t_{mrt}$ ), 합

성온도(RT)의 변화에 따른 각 기류속도와 clo 별에 따른 열감각을 검토하였다.

실험 기간 중 총 측정회수는 623회였으며, 테이타 분석에 이용된 총 회수는 575회이다. 각 기류속도 구간별로 분석에 사용된 데이터 회수는  $0 < v < 0.1 \text{ m/s}$ 에서 101회,  $0.1 < v < 0.2 \text{ m/s}$ 에서 131회,  $0.2 < v < 0.3 \text{ m/s}$ 에서 120회,  $0.3 < v < 0.4 \text{ m/s}$ 에서 123회,  $0.4 < v < 0.5 \text{ m/s}$ 에서 100회이다.

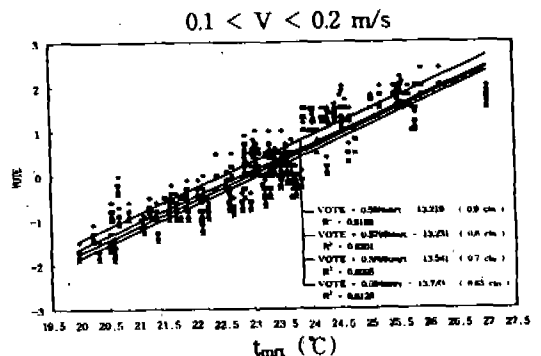
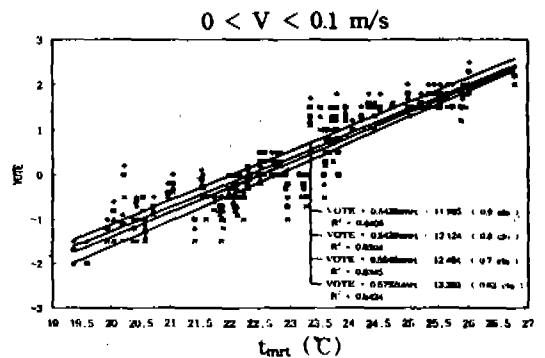
#### 1) 평균복사온도( $t_{mrt}$ )와 Draft열감각

각 기류속도별 평균복사온도에 대하여 남,여를 합한 각 착의량별 Draft에 의한 열감각의 분포도와 각 기류속도별 Draft열감각의 상관관계를 단순 선형회귀분석(simple linear regression analysis)한 결과는 아래 (그림 4)와 같고 다섯 모형 모두 상관계수  $r^2$ 이 0.8이상으로 상관관계가 매우 높게 나타났다.

\* 합성온도(RT)

$$RT = \frac{MRT + t_a \cdot \sqrt{10} \cdot v}{1 + \sqrt{10} \cdot v}$$

MRT( $^{\circ}\text{C}$ )     $t_a$  : 기온( $^{\circ}\text{C}$ )    v : 기류(m/s)



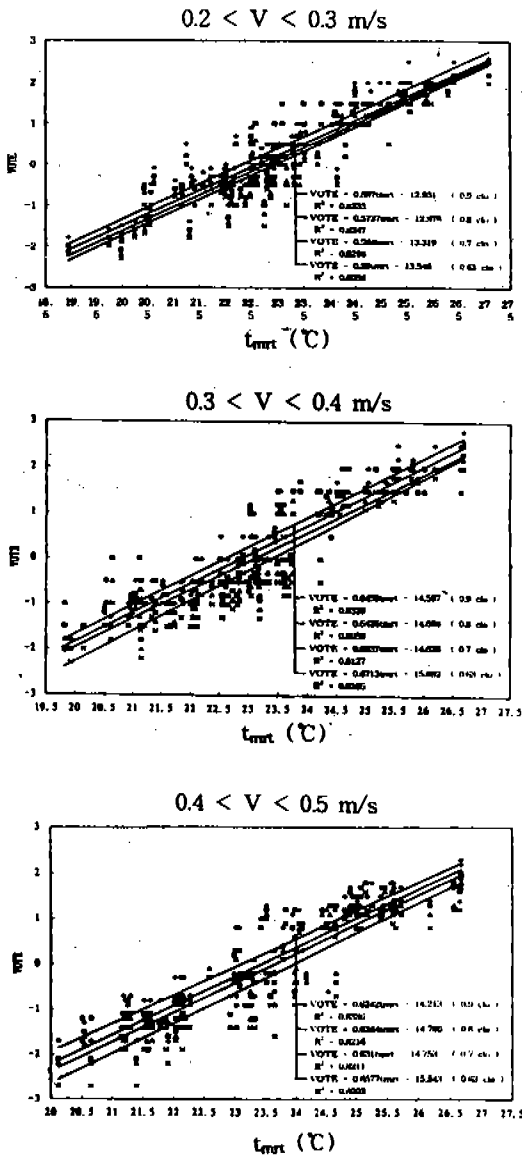


그림 4. 평균복사온도와 Draft열감각의 회귀식

(그림 4)에서 볼 때 평균복사온도의 경우 기류속도가 0.3 m/s 이하, 0.3-0.4 m/s, 0.4-0.5 m/s의 세구역에서 열감각에 변화를 보였다. 기류속도가 0.3 m/s 이하에서는 온도 변화에 따른 각 착의량별 피실험자의 신고치 변화 폭은 적었으며, 착의량 0.63, 0.7, 0.8 clo 사이에서는 선형회귀분석한 결과 피실험자간의 신고치 차이가 열감각에 미치는 영향이 큰 차이를 보이지

않았다. 기류속도가 0.3 m/s 이상에서는 각 착의량별 신고치 변화 폭이 커 열감각에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 실험 전 구간에 걸쳐 착의량 0.7 clo와 0.8 clo의 경우는 피실험자의 신고치 차가 적어 열감각에 미치는 영향이 거의 유사하게 나타났다.

각 기류속도별 온도 변화에 따른 열감각은 저온의 경우 각 착의량별 피실험자의 신고치 변화 폭이 커 민감하게 반응을 보이고 있으나, 고온으로 증가함에 따라 피실험자의 신고치 변화 폭이 적어 고온으로 갈 수록 열감각에 미치는 영향이 둔감해 짐을 알 수 있다. 그리고 설문조사 결과 저온에서 피실험자가 가장 불쾌감을 표시한 부분은 하반신 즉, 발, 무릎 부위 등으로 나타났다.

또한 평균복사온도 변화에 따른 신고 수치의 변화를 의미하는 기류속도별 회귀상수는  $0 < v < 0.1$  m/s의 경우보다 약 0.08 정도 높게 나타나 기류속도 증가와 평균복사온도 변화에 따라 Draft에 의한 열감각이 민감해 짐을 알 수 있었다.

각 기류속도별 및 각 착의량별 쾌적온도범위를 신고치 - 0.5 < VOTE < + 0.5로 볼 때 평균복사온도의 쾌적범위는 (표 3)과 같다.

표 3. 기류속도, 착의량별 평균복사온도의 중성점 및 쾌적온도범위 (°C)

기류 속도	0.63 clo		0.7 clo		0.8 clo		0.9 clo	
	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위
0 - 0.1	22.8	22 - 23.6	22.5	21.7 - 23.3	22.3	21.4 - 23.2	22	21.2 - 22.9
0.1 - 0.2	22.9	22.1 - 23.9	22.7	21.9 - 23.6	22.6	21.7 - 23.5	22.3	21.4 - 23.2
0.2 - 0.3	22.9	22.2 - 23.9	22.7	21.9 - 23.7	22.6	21.7 - 23.5	22.3	21.5 - 23.2
0.3 - 0.4	23.4	22.7 - 24.2	23.1	22.3 - 23.9	22.8	22.1 - 23.7	22.6	21.8 - 23.4
0.4 - 0.5	24	23.2 - 24.7	23.7	22.9 - 24.4	23.4	22.7 - 24.2	23.1	22.3 - 23.9

(표 3)에서 볼 때 동일 착의량에서 기류속도 변화에 따른 평균복사온도의 중성점온도차는 0.1 ~ 1.2°C, 동일 기류속도에서 착의량 변화에 따른 중성점의 온도차는 0.1 ~ 0.9°C이고, 실험 전 구간에 걸쳐 중성점의 최대 온도차는 2°C로 나타났다. 착의량 0.63 clo와 0.9 clo의 비교시 각 기류속도별 중성점온도차는 약 1°C의 변화를 보이고 있으나, 기류속도 0.4 m/s 이하, 착의량 0.9 clo의 경우는 기류속도  $0 < v < 0.1$  m/s, 0.63 clo 보다 중성점온도는 조금 낮게 나타났다.

기류속도 증가에 따라 각 착의량별 중성점온도 변화는 기류속도가 0.3 m/s 이하인 경우는 각

착의량별 중성점온도 변화는 적었으나, 기류속도가 0.3 m/s 이상에서는 중성점의 온도 변화를 보이고 있다. 그리고 기류속도가 0.3 m/s 이하인 경우는 평균복사온도에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

기류속도 0.5 m/s 이하, 각 착의량별 쾌적온도범위는 0.63 clo의 경우 22 ~ 24.7°C, 0.7 clo의 경우 21.7 ~ 24.4°C, 0.8 clo의 경우 21.4 ~ 24.2°C, 0.9 clo의 경우 21.2 ~ 23.9°C이고, 중성점온도는 0.63 clo의 경우 23.2°C, 0.7 clo의 경우 22.9°C, 0.8 clo의 경우 22.7°C, 0.9 clo의 경우 22.4°C로 나타났다.

기류속도 0.5 m/s 이하, 착의량 0.63 ~ 0.9 clo 사이에서 평균복사온도의 쾌적범위역은 21.2 ~ 24.7°C, 중성점온도는 22.8°C로 나타났다.

## 2) 합성온도(RT)와 Draft열감각

각 기류속도별 합성온도에 대하여 남,여를 합한 각 착의량별 Draft에 의한 열감각의 분포도와 각 기류속도별 Draft열감각의 상관관계를 단순선형 회귀분석한 결과는 아래 (그림 5)과 같고 다섯 모형 모두 상관계수  $r^2$ 이 0.85이상으로 상관관계가 매우 높게 나타났다.

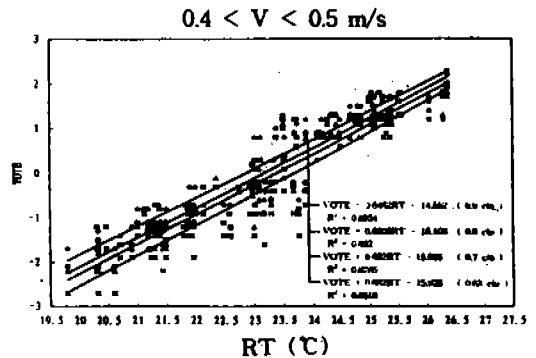
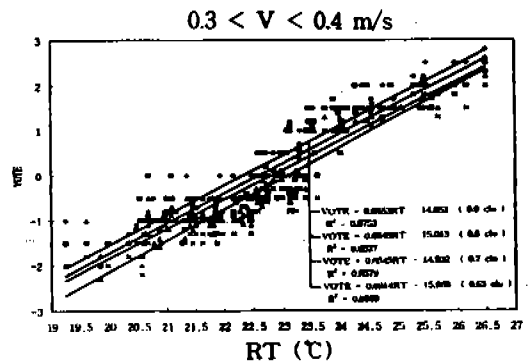
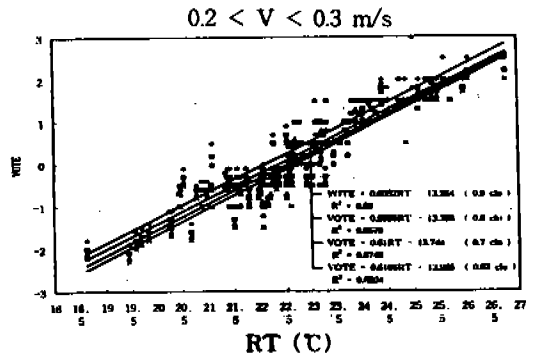
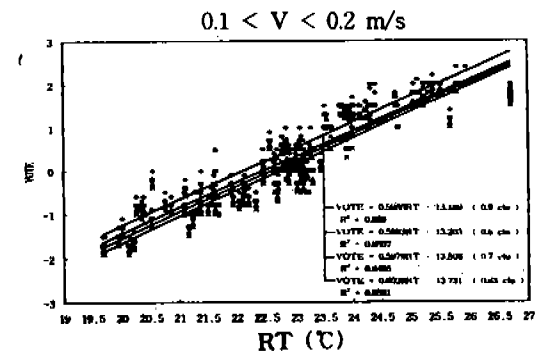
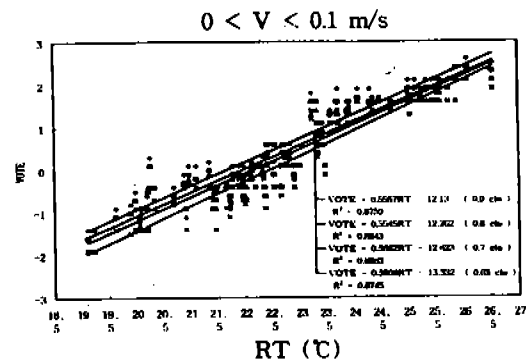


그림 5. 합성온도와 Draft열감각의 회귀식

(그림 5)에서 볼 때 합성온도의 경우는 평균복사온도의 경우와 거의 비슷한 양상으로 나타나고 있으나, 기류속도가 0.1 m/s 이하, 0.1 < v < 0.3 m/s, 0.3 < v < 0.4 m/s, 0.4 < v < 0.5 m/s의 네구역에서 열감각의 변화를 보였다.

또한 합성온도 변화에 따른 신고 수치의 변화를 의미하는 기류속도별 회귀상수는 0.4 < v < 0.5 m/s의 경우가 0 < v < 0.1 m/s의 경우보다 약 0.09 정도 높게 나타나 기류속도 증가와 합

성온도 변화에 따라 Draft에 의한 열감각이 민감해 짐을 알 수 있었다.

각 기류속도별 및 각 착의량별 쾌적온도범위를 신고치 - 0.5 < VOTE < + 0.5로 볼 때 합성온도의 쾌적범위는 (표 4)와 같다.

표 4. 기류속도, 착의량별 합성온도의 중성점 및 쾌적온도범위 ( °C )

clo 기류	0.63 clo		0.7 clo		0.8 clo		0.9 clo	
	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위	중성점	쾌적범위
0 - 0.1	22.4	21.6 - 23.4	22.1	21.3 - 23.1	21.9	21.2 - 22.8	21.7	20.7 - 22.5
0.1 - 0.2	22.8	21.9 - 23.6	22.6	21.7 - 23.4	22.4	21.6 - 23.3	22.1	21.3 - 22.9
0.2 - 0.3	22.8	21.9 - 23.6	22.6	21.7 - 23.4	22.4	21.6 - 23.3	22.1	21.3 - 22.9
0.3 - 0.4	23.2	22.4 - 23.8	22.8	22 - 23.6	22.6	21.8 - 23.3	22.3	21.5 - 23.1
0.4 - 0.5	23.7	23 - 24.4	23.4	22.6 - 24.1	23.2	22.4 - 23.8	22.8	22 - 23.5

(표 4)에서 볼 때 동일 착의량에서 기류속도 변화에 따른 합성온도의 중성점온도차는 0.4 ~ 1.3°C. 동일 기류속도에서 착의량 변화에 따른 중성점온도차는 0.2 ~ 0.9°C이고, 실험 전 구간에 걸쳐 중성점의 최대 온도차는 2°C로 나타났다. 착의량 0.63 clo와 0.9 clo의 비교시 각 기류속도별 중성점온도차는 약 1°C의 변화를 보이고 있으나, 기류속도 0.4 m/s 이하, 착의량 0.9 clo의 경우가 기류속도 0 < v < 0.1 m/s, 착의량 0.63 clo보다 중성점 온도는 조금 낮게 나타났고, 기류속도 증가에 따라 각 착의량별 중성점온도는 점차 증가하였다.

기류속도 0.5 m/s 이하에서 각 착의량별 쾌적온도범위는 0.63 clo의 경우 21.6 ~ 24.4°C, 0.7 clo의 경우 21.3 ~ 24.1°C, 0.8 clo의 경우 21.2 ~ 23.8°C, 0.9 clo의 경우 20.7 ~ 23.5°C이고, 중성점온도는 0.63 clo의 경우 23°C, 0.7 clo의 경우 22.7°C, 0.8 clo의 경우 22.5°C, 0.9 clo의 경우 22.2°C로 나타났다.

기류속도 0.5 m/s 이하, 0.63 ~ 0.9 clo에서 합성온도의 쾌적범위역은 20.7 ~ 24.4°C, 중성점온도는 22.6°C로 볼 수 있다. 그리고 기류속도 변화에 따른 온도교정을 한 합성온도의 쾌적범위인 21 ~ 22.7°C와 본 실험의 기류속도 0.5 m/s 이하, 착의량 0.63 ~ 0.9 clo의 쾌적범위 즉, 20.7 ~ 24.4°C와 비교해 보면 다소 차이를 보이고 있다. 이는 착의량과 난방방식의 차에 의한 것으로 판단되고, 합성온도를 바다면 복사난방에서 열환경지표로 사용하려면 다소 수정이 필요하다고 사료된다.

## IV. 검 토

### 1. 피실험자의 불쾌배분율

피실험자의 설문조사 결과로부터 각 착의량에 대해 온도별 불쾌자백분율을 기류속도 0.5 m/s 이하로 하여 계산하여 보았다. 각 온도별에 대한 불쾌자의 비율을 VOTE > + 0.5, VOTE < - 0.5로 하여 정리하여 각 온도별 불쾌자백분율을 그래프화하면 (그림 6), (그림 7)과 같다.

(그림 6), (그림 7)의 불쾌율분포선을 통해서 볼 때 22.5 ~ 23°C를 중심으로 중앙에 가장 큰 빈도를 가지고, 중앙에서 멀어질 수록 빈도가 점점 줄어드는 대칭분포를 갖고 있는 정상 분포 곡선을 형성하고 있고, 전술한 각 착의량별 쾌적범위와 중성점온도차를 읽을 수 있다.

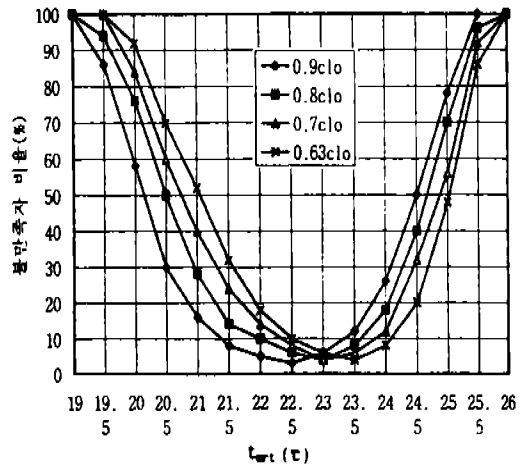


그림 6. 각 착의량별 평균복사온도의 불쾌율분포선

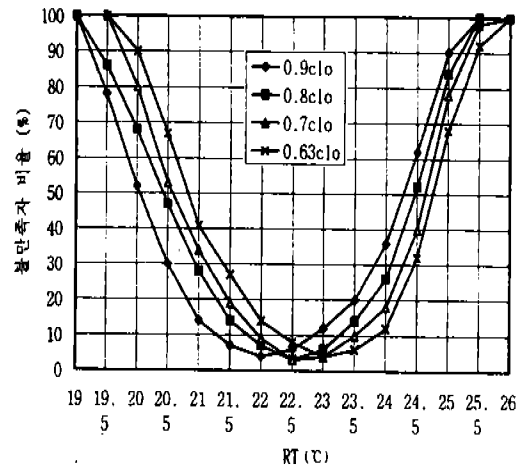


그림 7. 각 착의량별 합성온도의 불쾌율분포선

2. Draft에 의한 열환경지표 설정

평균복사온도와 합성온도의 열감각 결과를 바탕으로 Draft가 발생하는 바닥면복사난방에서 기류속도  $v < 0.5 \text{ m/s}$ , 대사량 1 met, 상대습도 40 ~ 60% 범위에서 각 착의량별로 동계의 평균복사온도, 합성온도의 쾌적범위역을 설정하여 그래프화하면 (그림 8)과 같다.

(그림 8)에서 (---)선 부분은 ASHRAE의 허용 범위 조건과 ISO의 쾌적범위 조건을 이용하여 본 실험에서 나타난 쾌적범위역에 대해 알아보았고, (---)선 부분은 피실험자 20%가 불만족을 나타내는 쾌적범위이다. (---)선 부분은 본 실험의 쾌적선을 나타내고 있다. (- -)선 부분은 본 실험의 쾌적범위와 쾌적선을 이용하여 실험 범위 밖의 각 착의량별 쾌적범위역을 예측하였다. 그리고 (▨)부분은 바닥면복사난방에서 적정 착의량으로 판단되는 0.7 ~ 0.8 clo부분의 쾌적범위를 나타내고 있다.

- 평균복사온도는 착의량 0.63 clo의 경우 22 ~ 24.7°C, 0.7 clo의 경우 21.7 ~ 24.4°C, 0.8 clo의 경우 21.4 ~ 24.2°C, 0.9 clo의 경우 21.2 ~ 23.9°C이고, 착의량 0.63 ~ 0.9 clo 사이에서 쾌적온도범위는 21.2 ~ 24.7°C, 중성점온도는 22.8°C로 나타났다.

- 합성온도는 착의량 0.63 clo의 경우 21.6 ~ 24.4°C, 0.7 clo의 경우 21.3 ~ 24.1°C, 0.8 clo의 경우 21.2 ~ 23.8°C, 0.9 clo의 경우 20.7 ~ 23.5°C이고, 착의량 0.63 ~ 0.9 clo에서 쾌적온도범위는 20.7 ~ 24.4°C, 중성점온도는 22.6°C로 나타났다.

- 중성점온도 변화는 기류속도가  $0 < v < 0.1 \text{ m/s}$ ,  $0.1 < v < 0.3 \text{ m/s}$ ,  $0.3 < v < 0.5 \text{ m/s}$ 의 세 구간에서 변화 폭이 다소 나타남을 알 수 있었다.

- 저온의 경우 착의량에 따라 열감각에 민감한 반응을 보였으나, 고온으로 갈수록 영향이 둔화되는 것을 알 수 있었고, 설문조사에서 인체의 열감각에 가장 큰 영향을 미치는 부위는 하반신에 의해 좌우됨을 알 수 있었다.

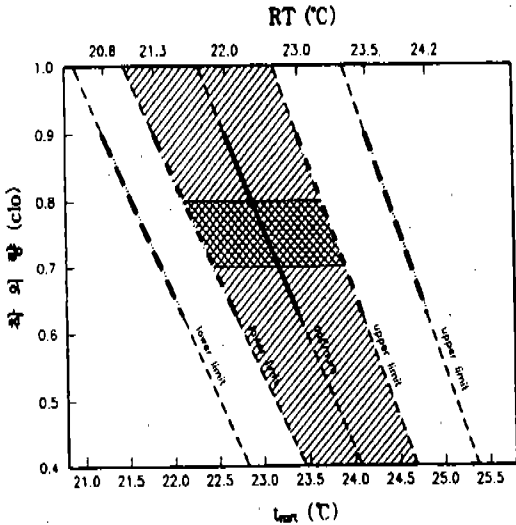


그림 8. 각 clo별 동계 쾌적범위 영역

V. 결 론

기류속도, clo, 평균복사온도, 합성온도의 변화에 따라 열감각에 미치는 영향을 중심으로 기류속도 0.5 m/s 이하,  $-0.5 < \text{VOTE} < +0.5$ 를 쾌적온도범위로 할 때 다음과 같은 결과를 얻었다.

참 고 문 헌

1. 한 윤호 : 集合住宅의 熱環境에 관한 研究, 啓明大學校 博士學位 論文 1988. 12
2. 윤 형수 : 低溫床面輻射暖房의 坐式生活時 接觸에 의한 局部的 不滿足 研究, 嶺南大學校 博士學位 論文 1992. 7.
3. 명 현국 : 실내온도 환경 평가 지표, 공기조화 냉동공학회 1992. 8.
4. 신 치웅 : 공기조화설비, 기문당, 1994. 1.
5. 이 경희 : 건축환경계획, 문운당, 1990.
6. P.O. Fanger : Thermal Comfort, 1970
7. J. Rydberg and Norback : ASHVE Research Report No. 1362 - Air distribution and draft (ASHVE Trans., Vol. 55, 1949.)
8. Olesen, B. W : A New Simpler Method for Estimating the Thermal Insulation of an



- Ensemble. ASHRAE Trans. Vol. 91..pt - 2B, 1985.
9. International Standard ISO 7730, Moderate Thermal Environment Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort, p.p. 56-57, 1983.
  10. ASHRAE, ASHRAE 55-1992, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 1992
  11. P. OLEFANGER : Future Research Needs Concerning The Human Response To Indoor Environment, ASHRAE Trans. Vol. 78. pt. 1.
  12. Missenard, A. : Theorie Simplifie du Thermometre Resultant, chauffageet Ventilation, 1935.

