

## 주거건축의 IAQ에 관한 연구

### A Study on Evaluation of IAQ in Dwelling House

박 미 진\*

Mi-Jin Park

(1996년 12월 14일 접수, 1997년 3월 28일 채택)

#### ABSTRACT

Recently, the use of Dwelling House has been expanded due to the rapid urbanization and congestion of population in City. Indoor Air Quality in apartment houses was investigated by measuring pollutants such as CO<sub>2</sub> gas, dust concentration.

In this study, the measurements of indoor air environment were performed in Dwelling house in Seoul area to investigate indoor air environment and the relation of air contaminative and the response level.

Indoor air contamination and living environment of the occupants have been compared & analyzed with practical investigation of IAQ in Seoul, Korea and Tokyo, Japan.

## 1. 서 론

### 1.1 연구목적

급속화된 산업화와 인구의 도시집중화에 따른 도시의 환경오염과 함께 건물에 거주함으로써 인해 발생하는 인체의 질병등으로 실내공기에 대한 오염문제가 최근에 심각하게 나타나고 있다.

실내의 환경오염문제는 지구환경문제로서 지구 온난화, 오존층파괴, 산성비, 사막화현상으로 나타나고 있어, 환경오염의 지표로 볼 수 있는 CO<sub>2</sub> 양에 대해 미국, 영국, 독일, 캐나다, 일본 등에서

는 2000년 이후의 배출량을 1990년 정도의 수준으로 유지하려는 몬트리올의 정서에 의한 CO<sub>2</sub> 배출 삭감목표를 세우고 있다. 이는 인류생존권에 대한 문제로서 매우 중요한 의미로 보여진다. 세계의 CO<sub>2</sub>통계(OECD-IEA)를 보면, 1인당 CO<sub>2</sub>배출량은 1.2t/년이며, 배출량의 60%가 일상생활에서 그 중의 1/3이 주택관련 범위내에서 배출되는 것으로 나타났다.

수증기의 경우도 70%이상이 되면 땀의 증산을 막아 불쾌감을 주며 부족한 경우에는 인체의 점막 건조, 정전기 발생의 간접적 영향과 섬모활동 저하에 의한 미생물, 분진 등의 체외 배출능력을 감

\*시립인천전문대학 건축과

소시킨다.

이러한 실내공기환경(IAQ : Indoor Air Quality)의 오염물질로는 수증기, CO<sub>2</sub>가스, 분진, 미생물, 담배연기 등만이 아니라 휘발성유기용제(VOC : Volatile Organic Compounds)에 이르기까지 매우 복잡다양하다. 결국 실내공기오염은 건축기술 발달에 의한 고도의 단열과 공간의 기밀화에 의한 환기량부족으로 공기의 정체가 생기며, 실내오염은 더욱 심각해진다.

따라서 실내공기오염 문제는 오염원자체를 감소 또는 제거시킬 수 있는 인식과 노력이 필요하다고 본다.

본 연구는 이러한 실내공기환경에 가장 큰 영향권인 거주공간 중에서 주거건축을 대상으로 실내환경에 영향을 미칠 수 있는 여러요인중 온도, 습도, CO<sub>2</sub>가스, 부유분진 등에 대한 측정 및 분석과 POE-H(Post Occupancy Evaluation-Housing)을 통해 쾌적한 IAQ를 위한 기초자료를 제시함에 목적이 있다.

### 1.2 연구내용과 방법

본 연구의 실내공기환경문제의 평가에 대한 연구내용과 진행방법은 다음과 같다.

① 본 연구는 서울 및 동경(동경근교 포함)에 위치한 주거건축중에서 주거단지가 조성되어 있는 형태가 비슷한 단독주택단지 중에서 6세대를 임의로 선정하였다.

② 실내공기 환경에 대한 측정항목은 실내외 온도, 습도, CO<sub>2</sub>가스, 부유분진으로 실내공기의 오염정도를 조사하였다.

③ 측정기간은 비교적 실내온도가 높다고 보는 난방기로서 95년 2월~3월을 택하였으며, 측정지점은 거실과 주방을 각각 오전(09:00~10:00), 오후(16:00~17:00)로 나누어 측정후 평균을 1회 측정값으로 하였다.

④ 측정횟수는 7회로서 거주자의 생활패턴이 요일에 따라 다를 수 있으므로 일주일 연속측정하였다.

⑤ 측정된 아파트에 거주하는 거주자를 중심으로 실내공기 환경에 대한 POE를 위해 신체가 느끼는 물리적반응의 설문조사를 실시하였다.

⑥ IAQ측정, POE-H를 바탕으로 상호관련성 고찰 및 서울과 동경의 IAQ를 비교평가, 분석하였

다.

## 2. 측정 및 조사개요

### 2.1 측정대상 및 조사방법

측정 및 조사대상은 서울과 동경(동경근교 포함)에 소재하는 단독주택중 각각 3가구씩 6가구를 임의로 선정하였다.

서울은 단독양옥주택이고, 동경은 소위 수입주택으로 불리우는 양옥주택으로서 개별난방을 하고 있다.

측정기간은 95년 2월, 3월에 실시하였으며, 거실 주방의 2개의 측정점을 오전과 오후 1회씩 측정후 평균을 1회측정값으로 하여 7회 측정하였다.

또한 거주후 평가를 위한 POE-H는 측정자가 직접 설문을 받는 형식으로 하였다. Table 1은 측정대상 건물의 개요로서 K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>는 서울의 단독주택, J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub>는 일본의 단독주택을 의미한다.

Table 1 Out line of the dwelling house measured

positon	seoul			tokyo		
kinds	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>
actual area (m <sup>2</sup> )	86	78	84	124	92	68
floor	1	1	1	1.2	1.2	1
heating method	local	local	local	local	local	local
people tobeoccupied	4	3	5	5	3	4
location	chamsil	dobong	panpo	chiba	tokyo	tokyo
smokers innocupants			1	1		
theothers			carpet			carpet

### 2.2 측정 및 조사내용

실내공기 환경에 대한 측정항목은 실내외 온도, 습도, CO<sub>2</sub>가스, 부유분진 농도로 하였으며, 측정과 동시에 거주하는 재실자의 POE-H를 실시하였다.

내용은 온열환경과 가스상, 입자상물질에 대해 10명의 응답자로 부터 설문조사 하였으며, 창문의 개폐상태, 재실상황, 환기상태, 연소기구유무 등의 거주방식과 실내오염상태에서 느낄 수 있는 환

경심리적 부분과 신체가 반응할 수 있는 생리적 부분에 대하여 조사하였다. Table 2는 측정항목과 측정기기이다.

Table 2 Measurement Instrument and Items

kinds	items	instruments	position
environment	relative humidity	thermometer (HM-34)	point : living room kitchen
	gas	multigas checker (type 1302)	height from
particle material	dust	digital dust measurement (kanomax3415)	floor : 1.1-1.2m

### 3. 분석 및 고찰

#### 3.1 온도

서울에 위치한 주택의 2월 3일의 실내온도 평균은 19.6°C이며, 18~22°C 범위의 분포를 보이고 있다. 동경은 실내온도 평균이 17.3°C, 외기온은 1.57°C로서, 서울과 동경의 외기온은 큰 차이가 없으나 실내온도는 서울이 동경보다 2°C 정도 높게 나타나고 있다. 또한 서울의 K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>와 동경의 J<sub>2</sub>는 비교적 높은 실내온도를 유지하고 있다. Fig. 1은 측정횟수에 따른 실내, 실외 온도 분포를 표시한 것이다.

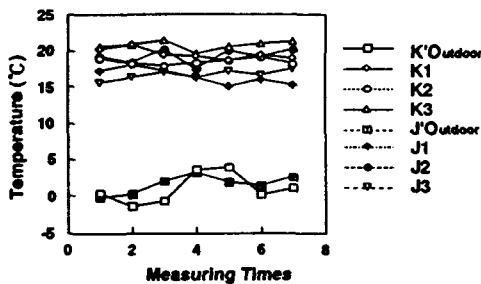


Fig. 1 Relationship between temperature and measuring times with housing

#### 3.2 습도

Fig. 2는 측정횟수에 의한 실내, 실외의 습도 분포이다. 서울의 외기의 습도는 동경의 46%에 비해 낮은 43%이며, 실내의 습도범위도 전가구가 25~43%로서 실내의 쾌적습도 범위인 40~70%에 서울은 다소 못미치는 값을 보이고 있다.

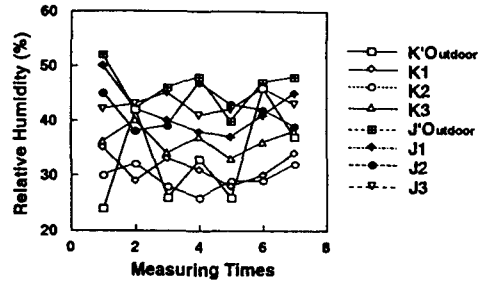


Fig. 2 Relationship between relative humidity and measuring times with housing

Fig. 3은 온도와 습도의 상관관계를 나타낸 것이다. 외기를 제외하면 K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>의 높은온도, 낮은습도의 범위차이가 매우 큰 것을 알 수 있어 쾌적상의 문제점이 보인다.

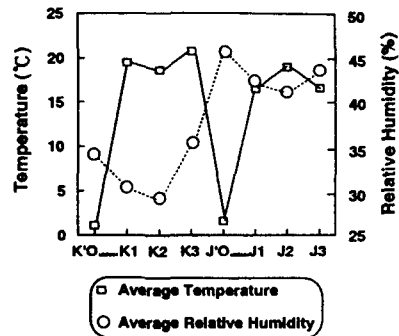


Fig. 3 Relationship between average temperature and relative humidity with housing

#### 3.3 CO<sub>2</sub>가스

Fig. 4에 나타난 측정대상가구의 CO<sub>2</sub>분포를 보면, 520ppm에서 최고 1650ppm까지 매우 광범위한 분포를 보여주고 있으며, 7회측정의 전체평균은 874ppm으로서 매우 높은 편이다.

실내, 실외의 CO<sub>2</sub>농도의 평균값을 보여주는 Fig. 5에 의하면, 외기는 서울이 동경보다 40ppm 높은 것으로 나타났지만 실내의 CO<sub>2</sub>농도 평균은 동경이 서울보다 높은 91ppm을 나타내고 있다. 특히 동경의 J<sub>2</sub>, 서울의 K<sub>1</sub>은 1000ppm을 넘고있어 거주방식, 흡연자 등의 영향을 받고있는 것으로 조사되었다.

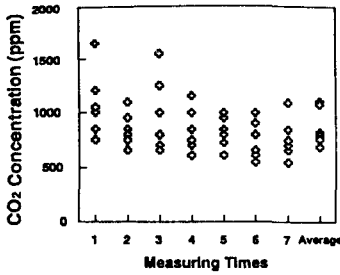


Fig. 4 Relationship between distribution of carbon dioxide concentration and measuring times

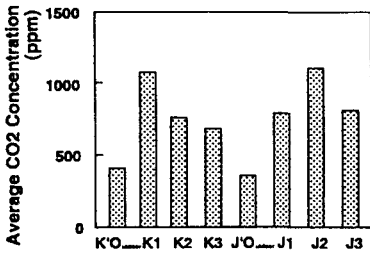


Fig. 5 Relationship between average carbon dioxide concentration and housing

### 3.4 부유분진

Fig. 6의 분진농도의 측정결과 서울의 평균은 0.0498mg/m<sup>3</sup>, 동경은 0.0295mg/m<sup>3</sup>로서 실내허용농도 0.15mg/m<sup>3</sup>에는 못미친다. 그러나 가구마다 농도차이가 매우크게 나타나고 있어 부수적요소에 의한 오염의 영향이 있는 것으로 보인다.

특히 가장 높은값을 보인 K<sub>3</sub>에서는, Table 1에 의하면 카펫, 흡연 등의 영향과 지역여건으로서 주변의 극심한 도로혼잡 등에 의한 영향에 기인하는 것으로 여겨진다.

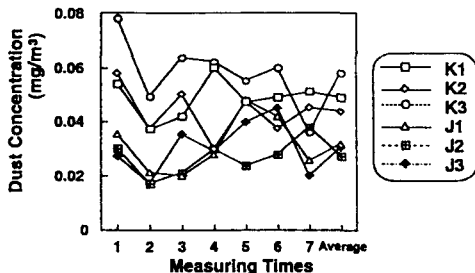


Fig. 6 Relationship between dust concentration and measuring times with housing

## 4. POE-H

### 4.1 심리적, 생리적 평가

IAQ에 대한 거주자들의 실내오염 상태에서 신체가 반응할 수 있는 부분과 환경심리적인면에 대한 내용을 조사한 결과를 항목별로 분류, 정리하면 아래와 같다.

① 조사가구 6가구중 10인을 대상으로 온열반응에 대한 조사로서 구강점막건조, 코·눈과 피부건조, 머리가 아프다, 순으로 반응을 보여 거주공간에서의 습도부족을 보여주고 있으며, 높은 실내온도와 낮은 습도에서의 인체의 장기노출에 대한 심각성이 우려된다.

② CO<sub>2</sub>가스, 부유분진 등에 대한 반응으로는 머리가 아프다, 목이 아프다, 냄새 등에 의한 불쾌감을 느낀다 순으로 나타났으며, 특히 CO<sub>2</sub>농도와 냄새에 대한 불쾌감을 흡연가구에서는 매우 높은 상관관계를 보여주고 있다.

③ 온열, CO<sub>2</sub>가스, 부유분진 등에 대한 종합적인 SBS(Sick Building Syndrome)에 대해서는 머리가 멍하다, 주의집중력 감퇴, 하품이 난다, 졸립다, 가슴이 답답하다 순으로 거의 조금씩 실내공간에서 반응을 가진 것으로 나타나 허용치 이내의 측정값을 나타낸 경우에도 장시간 노출시 인체가 느끼는 거주평가는 어떠한 형태로도 조금씩 반응하고 있다고 생각된다.

### 4.2 거주방식과 환경적 요인

IAQ에 있어서 큰 변수의 하나인 주생활방식에 대해 조사한 주변환경에 관한 내용을 보면 다음과 같다.

① 주택에 의한 단열, 기밀성에 관한 느낌은 전 가정의 70%가 매우 좋다고 느끼고 있으나, 환기설비와 환기에 관한 인식은 많이 부족한 편이다.

② 개별난방외에 개방형 연소기구사용에 대해서는 전기, 석유, 가스 순으로 “가끔사용”이 가장 많았다.

③ 거주지역주변의 녹지유무와 온도, 습도정도에 대해서는 동경이 서울에 비해 높은 것으로 나타났다.

### 5. 결 론

본 연구는 서울과 동경에 소재하는 주택의 IAQ를 조사하기 위하여 온·습도, CO<sub>2</sub>가스, 부유분진 등에 대한 측정 및 POE-H를 이용하여 조사하였고 그에 따른 결론은 다음과 같다.

- 1) 서울의 실내온도는 19.6℃로서 동경보다 2℃정도 높게 나타나 쾌적범위 18±2℃에 비해 서울의 실내온도는 다소 높다고 할 수 있다.
- 2) 서울의 실내습도는 32%로서 동경의 46%에 비해 매우 낮다. 또한 전가구의 습도분포도 25~40%로서 서울의 IAQ에서의 습도는 쾌적성에 큰 문제를 안고 있다.
- 3) CO<sub>2</sub>가스농도의 전체평균은 874ppm이고, 동경이 서울보다 높은 901ppm을 나타내고 있다. 특히 높은값을 보인 동경의 J<sub>2</sub>, 서울의 K<sub>1</sub>을 보면 실내습도와 CO<sub>2</sub>가스의 상호관련 요소에 의하여 즉, 낮은습도와 기밀성에 의한 영향으로 볼 수 있다. 또한 모든 오염의 지표가 되고 있는 CO<sub>2</sub>의 배출량이 주거내에서도 매우 높게 나타나 LC CO<sub>2</sub>(Life Cycle CO<sub>2</sub>)에 대한 인식이 요구된다.
- 4) 부유분진은 서울이 동경보다 높은 0.04mg/m<sup>3</sup>이고 동경은 0.0295mg/m<sup>3</sup>로서 가구마다 농도 차이가 크게 나타나고 있다.
- 5) POE-H에 관한 온열반응의 조사는 구강점막건조, 코·눈 피부건조, 머리가 아프다 순으로 조사되었고 CO<sub>2</sub>, 부유분진에 대한 반응으로는 머리가 아프다, 목이 아프다, 냄새에 대한 불

쾌감을 느낀다 순으로 나타났다.

- 6) 단열, 기밀성에 대해 IAQ에 관한 거주방식에 는 환기에 대한 인식이 매우 부족하다고 볼 수 있다.

### 참 고 문 헌

- 1) 박춘석 외 3인, “사무소 건물의 실내공기환경 특성에 관한 연구”, 대한건축학회, Vol. 67, pp. 121~128, 1994.
- 2) 윤동원 외 2인, “지하공간의 공기환경 및 환기 성능평가에 관한 연구”, 대한건축학회, Vol. 61, pp. 61~70, 1993.
- 3) 池田耕一(1992), 室内空氣汚染のメカニズム, 日本:鹿島出版會, (1988), 建築環境工學用教材(環境編), 日本建築學會.
- 4) 宮田紀元 外 2人(1996), 室内環境の快適性評價手法に關する研究, 室内環境フォーラム.
- 5) 安岡正人 外 2人(1996), 地球環境-人類生活圏の視座, 日本建築學會大會.
- 6) 酒井寬二 外 3人(1996), “建築物のライフサイクル二酸化炭素排出量とその抑制方策に關する研究”, 日本建築學會計劃系論文集, No. 484, pp. 105~112.
- 7) 小林秀敏 外 2人(1995), “溫暖地における戸建て住宅の室内空氣質に關する實測調査その2 冬期の調査結果”, 日本建築學會學術講演梗覽集, pp. 805~806.