

## 백화점 내 업종별 판매매장에 따른 오염물질 배출현황 평가

왕형석, 황준석, 장성진, 김수민<sup>†</sup>

승실대학교 건축학부

### Evaluation of Pollutants Emissions according to the Selling Store in Department Store

HyeongSeok Wang, JunSeok Hwang, SeongJin Chang, Sumin Kim<sup>†</sup>

School of Architecture, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea

**Abstract:** It is important thing that air quality affects human health. And It is more important thing that Indoor Air Quality more affects human health than Outdoor Air Quality. The cause of that is indoor air pollutants are more absorbed than outdoor air pollutants. By the way, in case of Multi-use facility for example office, department store, school etc., it has a feature that there are more people than any other buildings. therethrough, effects of Indoor Air Quality of Multi-use facility affect more people's health than Indoor Air Quality of any other buildings. However, in multi-use facility, specifically retail store, chemical treated materials are used for interior finishing, showcase finishing and product finishing because esthetic element is more added for detention of customer. Consequently, in place where demands brisk sales, possibility that indoor air is polluted by VOCs is high. This study considered retail store's Indoor Air Quality. as result of experiment, figure of department store's air pollution exceed about 5~20 times in guideline of multi-use facility's Indoor Air Quality in any kind of shop of department store (guideline : 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Keywords:** Department store, Indoor air quality, Volatile organic compounds, CO<sub>2</sub>

### 1. 서 론

현대인들은 하루의 80~90% 이상의 시간을 실내에서 지내고 있으며, 그동안 실내의 공기를 가지고 생활한다. 실제로 WHO의 발표에 의하면, 실내 공기의 오염물질이 실외 공기의 오염물질보다 폐에 전달될 확률이 약 천 배 이상 크다. 새집증후군(Sick House Syndrome), 건물증후군(Sick Building syndrome), 복합 화학물질 과민증(Multiple chemical sensitivity)은 실내 공기가 오

염되어 인체에 악영향을 끼친 예이다.

더욱 심각한 것은 EPA의 발표에 의하면 대기 오염에 의한 사망자가 연간 최대 700만 명에 달하고, 그중 실내 공기오염에 의한 사망자가 430만에 달함에도 불구하고, 사람들이 실내 공기의 오염에 대한 심각성과 인체유해성에 대해 크기 인식하지 못한다는 것이다. 따라서 실내 공기질 관리의 중요성에 대한 인식 개선과 동시에 실내 공기질의 관리가 필요하다는 주장이 제기되고 있으며, 환경부 역시 이에 맞춰 각종 실내 공기 관리법을 제정하고 있다. 실내 공기를 오염시키는 물질에는 HCHO (포름알데히드), VOCs (휘발성유기화합물), Radon, 석면 등 그 외에 다수가 있다. 그중에서도 VOCs는

2015년 1월 8일 접수; 2015년 1월 22일 수정; 2015년 1월 23일 게재확정

<sup>†</sup> 교신저자 : 김수민 (skim@ssu.ac.kr)

**Table 1.** Effects on the Human by Type of VOCs

		Symptoms
Benzene	Inhalation	dizziness, drowsiness, headache, nausea, shortness of breath, convulsions, loss of consciousness
	Skin	dry skin, erythema, pain
	Eye	erythema, pain
	Intake	abdominal pain, sore throat, vomiting
Toluene	Inhalation	cough, sore throat, dizziness, drowsiness, headache, nausea, unconsciousness,
	Skin	dry skin, erythema
	Eye	erythema, pain
	Intake	Burning sensation, abdominal pain
Ethylbenzene	Inhalation	Cough, sore throat, dizziness, drowsiness, headache
	Skin	erythema
	Eye	erythema, pain
	Intake	burning sensation in the neck and chest
Xylene	Intake	nausea, vomiting, headache, sleepy symptoms, dizziness, stomach pain, chest pain, difficulty breathing, unconsciousness

다른 오염물질에 비해 비교적 생활범위 가까이 있는데, 화장품, 새 옷, 가구 같은 잡화는 물론, 방향제나 향수 같은 각종 방향 제품에서도 VOCs가 방출되고 있다. VOCs의 대표적인 종류로는 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌이 있으며, 주로 눈, 코, 목을 자극하고 두통, 메스꺼움, 현기증, 그리고 피부 상태에 영향을 줄 수 있는 오염물질이다. 또한 높은 농도에서는 폐를 심각하게 자극하고 간, 신장 또는 중추신경계에 손상을 줄 수 있다. VOCs 종류별 인체에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다.

높은 VOCs 방출이 예상되는 실내 공간 중에 특히 백화점의 경우 대개 유동인구가 많은 도심에 위치하고 있고, 지하철과 연결된 백화점이 많아 백화점을 이용하는 고객뿐만 아니라 많은 사람들이 다양한 이유로 백화점이라는 실내공간을 경유하게 된다. 또한 백화점 내 음식점의 수가 증가하면서 이를 이용하는 고객도 증가하였다. 그러나 백화점은 건물의 특성상 대규모 점포로서 대형건물의 밀실한 특징을 갖추고 있으며, 가공과정에서 화학처리를 한 재료로 인테리어가 되어있고, 가구, 가죽제품, 의류, 화장품, 새 옷, 가구, 방향제, 향수, 가죽제품 같은 잡화를 종류별로 모아서 판매하고 있기 때문에 공기 오염원이 많다는 특징이 있다. 따라서

백화점은 다중이용시설이면서도 실내공기오염물질을 다량 배출할 가능성이 높다는 특징이 있다.

이러한 백화점의 실내공기가 오염되어 있을 경우 백화점을 이용하는 다수의 이용자들의 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있으며, 특히 백화점 내부에 계속적으로 상주하고 있는 매장의 직원이나 관리자들의 경우 보다 더 유해한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 백화점의 실내공기오염에 대한 고려가 반드시 필요하며, 이에 본 연구에서는 VOCs와 CO<sub>2</sub> 측정을 통해 대규모 점포인 백화점의 공기오염 정도와 쾌적성에 대한 분석하였고, 이에 대한 개선방안을 고찰하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 실험 방법

본 연구에서는 서울특별시 내의 유동인구가 가장 많은 대규모 백화점인 강남에 위치한 A백화점, 영등포에 위치한 B백화점, C백화점을 선정하여 측정하였다. 세 곳의 백화점 모두 가구 매장, 향수 매장, 화장품 매장, 보석 매장, 신발 매장, 의류 매장, 전자제품 매장, 향초 매장에서 측정을 실시하였다. 유동인구에 의한 오염이 아닌 백화점 매장별

**Table 2.** Maintain Criteria and Recommendation Criteria of Indoor Air Quality

	Maintain criteria			Recommendation criteria	
	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO <sub>2</sub> (ppm)	HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VOCs ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Radon (Bq/m <sup>3</sup> )
Underground stations, underground shopping malls, waiting for a passenger car terminal, waiting for a train station, passenger terminal of the airport facilities, reception room of the port facilities, libraries, museums and galleries, funeral, baths, large stores	$\leq 500$	$\leq 1,000$	$\leq 100$	$\leq 500$	$\leq 148$
Hospitals, care facilities, nursing homes and elderly seniors national and public hospital, postpartum care centers	$\leq 100$			$\leq 400$	
Indoor parking	$\leq 200$			$\leq 1,000$	

**Table 3.** The Measured Value of VOCs by Store of each Department Store ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

	Perfume	Cosmetics	Jewelry	Shoes	Clothes	Furniture	Electronics	Herbs
A department store	10.03	6.2	6.03	5.03	4.25	5.36	5.1	10.36
B department store	9.0	6.0	5.16	4.96	4.2	5.53	4.47	6.9
C department store	6.7	5.2	3.16	3.96	2.96	3.53	3.56	4.9
Average	8.58	5.8	4.78	4.65	3.8	4.8	4.37	7.38

판매 제품에 의한 오염 정도를 평가하기 위하여, 유동인구가 가장 적은 백화점 오픈시간인 10시부터 13시까지 측정하였다. 1회 측정 시 10분 동안 측정하였고, 1시간 간격으로 총 3회 측정을 하였으며, 측정 높이는 매장별 1.4 m 높이에서 측정하였다. 백화점의 실내 공기질의 오염정도는 VOCs를 중심으로 측정하였고, 동시에 환기량 및 쾌적성을 판단하기 위해 CO<sub>2</sub>를 측정하였으며, VOCs 측정은 AeroQUAL200를 사용하고, CO<sub>2</sub> 측정은 Falcon-II를 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 분석

#### 3.1. 실내 공기질 유지기준

실내 공기질 관리에 대한 중요성이 부각됨에 따라, 환경부 역시 이에 발맞춰 실내 공기질에 대한 기준을 만들었다. Table 2는 환경부에서 제정한

실내 공기질에 대한 유지 및 권고기준으로, 이에 따르면 백화점과 같이 대규모 점포로 분류되는 상업시설은 VOCs가  $500 \text{ mg}/\text{m}^3$  이하로 관리되도록 권고되며, CO<sub>2</sub>는 1000 ppm 이하로 유지되어야 한다.

#### 3.2. 매장별 VOCs 측정

Table 3는 각 백화점의 매장별 VOCs 측정 값을 나타내며, Fig. 1은 A, B, C 백화점 각각의 매장별 VOCs 측정 값을 그래프로 나타낸 것이다.

Fig. 1에서보면 A백화점의 경우 향초 매장, 향수 매장, 화장품 매장, 가구 매장 순으로 VOCs 측정 값이 높게 나왔으며, 각각 10.36, 10.03, 6.2, 5.36  $\text{mg}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. B백화점의 경우 역시 향수 매장, 향초 매장, 화장품 매장, 가구 매장 순으로 VOCs 측정 값이 높게 나왔으며, 각각 9.0, 6.9, 6.0, 5.53  $\text{mg}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. C백화점은

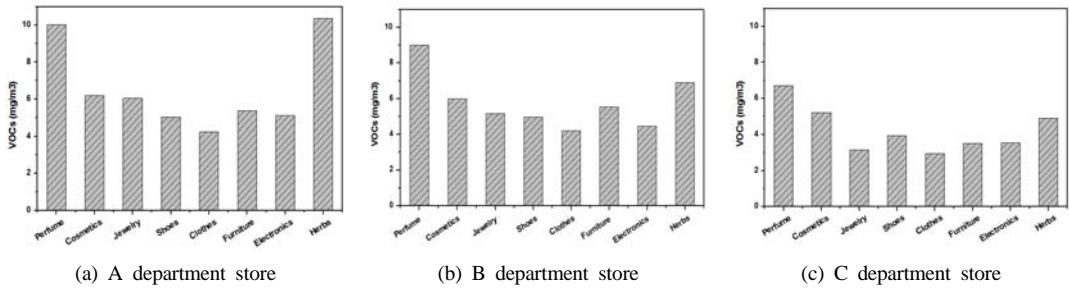


Fig. 1. The measured value of VOCs by store of each department store.

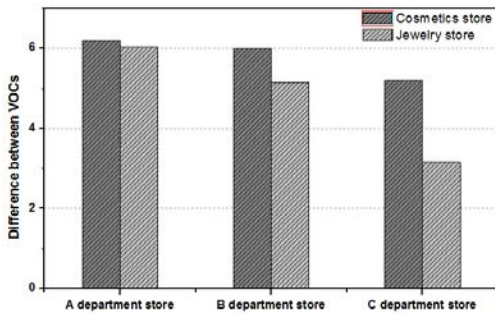


Fig. 2. Difference the measured value of VOCs between cosmetics store and jewelry store.

향수 매장, 화장품 매장, 향초 매장, 신발 매장 순으로 VOCs 측정 값이 높게 나왔으며, 각각 6.7, 5.2, 4.9, 3.96 mg/m<sup>3</sup>로 측정되었다. 이 수치들은 VOCs 권고기준인 500 µg/m<sup>3</sup>를 무려 10배 이상 상회하는 수치로 실내 공기질 관리가 잘되고 있지 않음을 알 수 있다. 또한 A, B, C 백화점의 각 매장별 VOCs 측정 값의 순위를 살펴보면, 모든 백화점에서 향수 매장의 측정 값이 가장 높았으며, 화장품 매장, 향초 매장, 가구 매장 순으로 높은 측정 값을 보였다. 향수, 화장품, 향초의 경우는 대표적인 방향물질로 많은 양의 VOCs가 측정되었으며, 가구는 목질판상재의 사용으로 인해 목질판상재에 적용된 접착제, 페인트 등으로 인한 인체 유해물질인 VOCs를 많이 방출하였다.

방향물질로 인한 주변 매장의 영향을 분석하고자, 각 백화점의 화장품 매장과 보석매장의 VOCs 측정 값을 비교하여 Fig. 2에 나타내었다. A백화점과 B백화점의 경우는 Fig. 3과 같이 백화점 1층에 화장품 매장과 보석 매장이 같이 위치하고, C

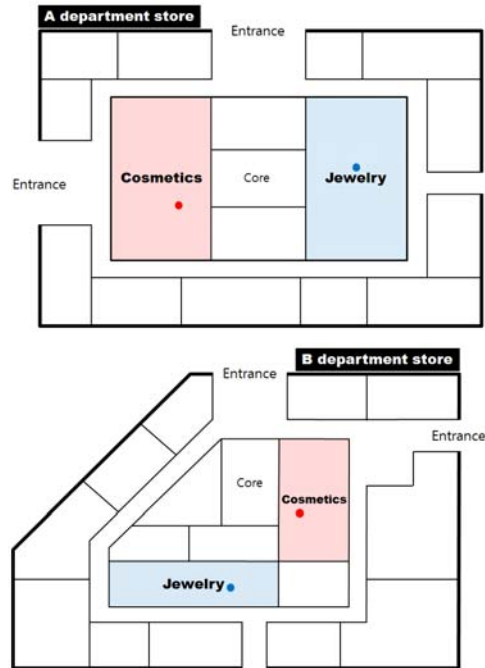


Fig. 3. Measurement location of cosmetics store and jewelry store.

백화점의 경우는 화장품 매장은 1층에 위치하고 보석 매장은 2층에 위치하고 있다. 보석 매장과 화장품 매장이 독립되어 있는 C백화점이 화장품 매장과 보석 매장이 독립되어 있지 않은 다른 A, B 백화점에 비해 VOCs 측정 값 차이가 월등히 큰 것을 알 수 있다. 이는 방향물질이 백화점 내에서 다른 제품에 비해 VOCs를 월등히 방출하는 것을 알 수 있고, 그 주변 매장까지 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 방향물질의 방사가 백화점 실내 공기질 오염의 원인이라고 할 수 있

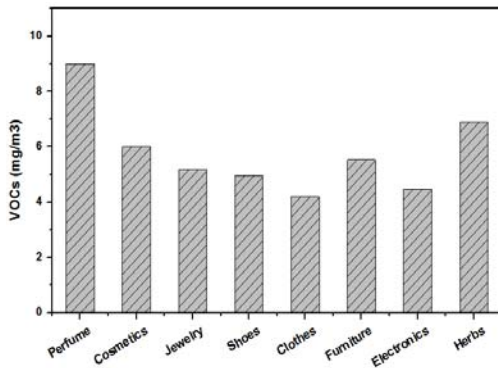


Fig. 4. Average measured value of VOCs by each store.

다. 하지만 이는 백화점 내 실내공기의 오염 원인을 방향물질의 방사로 국한한다는 의미가 아니라, 방향물질의 방사가 다른 품목들에 비해 VOCs 방출량이 월등히 높을 뿐, 다른 품목들이 VOCs를 방출하지 않는다는 의미는 아니다.

Fig. 4는 세 백화점의 매장별 VOCs 측정 값의 평균을 나타내는데, 백화점에서 다루는 의류, 신발, 가방, 피혁제품 등의 품목을 다루는 매장 앞에서도 VOCs 유지기준인  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 상회하는 값들이 나왔으며, 피혁제품이 의류에 비해 VOCs를 더욱 방출하는 것을 알 수 있었고, 이 값들 모두 기준치의 8~10배 정도 상회하는 값이었다. 따라서 의류, 신발, 가방, 피혁제품 역시 VOCs를 방출하여 백화점의 실내공기를 오염시키는 원인이라 할 수 있었다. 따라서 백화점 내에서 다루지는 대부분의 물품은 VOCs를 방출하여 백화점 실내 공기 오염의 원인이 되었으며, 특히 방향물질의 경우 VOCs를 비교적 더 방출하여 백화점 실내 공기의 오염을 심화시키는 것을 알 수 있었다.

### 3.3. 매장별 CO<sub>2</sub> 측정

Fig. 5는 A, B, C 세 백화점 전체의 이산화탄소 분포를 나타내었다. 이산화탄소 측정 값의 경우에는 VOCs 측정 값처럼 특정 오염물질에 영향을 받지 않고 특별한 경향성은 보이지 않았으며, 각 백화점의 이산화탄소는 800 ppm에서 1200 ppm 범위 내에 있는 것을 알 수 있다. 평균적으로 이산화

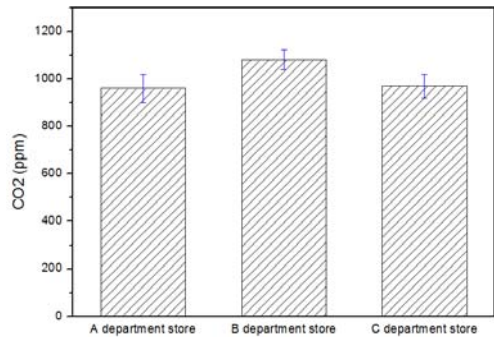


Fig. 5. CO<sub>2</sub> distribution of each department store.

탄소 기준치인 1000 ppm 이내로 측정되었으며, 이 수치는 장시간 있어도 건강에 문제가 없을 정도로 직접적인 건강 피해는 없지만, 원활한 환기가 되고 있지 않고 불쾌감을 느끼는 사람이 있는 정도의 레벨에 해당한다. 이는 백화점 내에서 최소한의 환기만을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 VOCs와 CO<sub>2</sub> 측정을 통해 대규모 점포인 백화점의 공기오염 정도와 쾌적성에 대한 분석을 실시하였고, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다. 먼저 측정된 세 백화점 내의 모든 매장의 실내 공기질은 VOCs 유지기준인  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 5~20배 정도 넘겼으며, 실내 공기는 오염됐다고 할 수 있다. 백화점에서 VOCs 오염원으로는 향수, 향초, 화장품과 같은 방향물질이 대표적이었으며, 가구는 목질판상재의 사용으로 인해 인체 유해물질인 VOCs를 많이 방출하였다. 그리고 이러한 방향물질로 인한 오염은 그 주변 매장까지 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 백화점의 모든 매장에서 이산화탄소와 측정 값이 기준치를 곁도는 것으로 보아 최소한의 환기가 이루어지는 것으로 판단되었다. 추가적으로 화장품 매장, 향수 매장 등의 경우에는 고객이 구매를 하기 전에 테스터 등을 사용하기 때문에 다량의 VOCs를 방출하고 있었으며, 의류매장 역시 마찬가지였다. 세 백화점 모두 천장에서 팬을 이용한 환기가 이루어지고 있었는데, 층고가 높은 백화점에서 측정높이의 기류는 거

의 없었으며, 즉 오염된 공기가 제대로 환기되지 않는 것을 알 수 있다. 현재의 환기량이 유지되지 않는다면 백화점 내에서 실내 공기질의 오염도는 더욱 높아질 가능성이 있다. 현재 백화점은 하나의 층 전체를 기계 설비를 이용한 실내공기질을 유지하려고 하고 있으며, 이에 한계를 보이고 있다. 또한 백화점 내에서 주 오염물질인 방향물질을 판매하는 매장을 따로 격리시키거나 판매를 중지시키는 것에는 한계가 있기 때문에, 백화점 실내공기질 관리를 위해 필요한 것은 국부적인 기계 설비를 통한 환기이다. 백화점의 층고가 높은 것을 고려하여 바닥에서 취출하는 방식을 사용하여 전체적인 실내공기질 관리와 구매자들의 불편함을 동시에 방지할 수 있을 것으로 예상된다.

## 사 사

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초

연구사업입(No. 2014R1A1A1064320).

## 참 고 문 헌

- 김윤신. 2002. VOCs의 인체영향과 관리동향. 대한설비 공학회 31(12): 14-18쪽.
- 김종우. 1995. '일부 백화점 공기서 발암물질 과다 검출'. 연합뉴스.
- 세계보건기구(WHO). 2012. 2012년 실내외 대기오염으로 인한 질병부담.
- 이기영. 2009. 실내 공기질 기준합리화 연구 (IV): 다중이용시설 개별VOCs 관리기준 도출. 국립환경과학원.
- 전명옥. 2010. 다중이용시설의 실내 공기질 특성에 관한 연구. 아주대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 환경부. 2006. 실내 공기질 업무 편람.
- 환경부. 2007. 다중이용시설 실내 공기질 실태조사.
- 환경부. 2008. 다중이용시설등의 실내 공기질 관리법.
- 환경부. 2009. 환경백서.
- <http://ncis.nier.go.kr/data/icsc/Icss0070.html> (화학물질안전관리요령).
- <http://www2.epa.gov> (EPA 실내공기오염 분석).