

---

---

# 공기청정 필터산업의 현황과 전망

---

---

김 성 주  
(한국3M 필터지원팀)

# 공기청정 필터산업의 현황과 전망

김 성 주(한국 쓰리엠 기술연구소)

## 1. 머리말

국민소득의 증대화 및 각 개인의 건강에 대한 관심사가 증대되면서 또한 환경 문제가 크게 부각됨에 따라 오염된 물질을 제거하는 공기청정 필터산업이 주목을 받기 시작했으며, 필터기능의 고성능화 및 응용에 대한 연구가 매우 활발해 지고 있다.

특히 실내의 공기질에 미치는 밝혀진 오염물질로는 신축 다중이용시설이나 공동 주택의 건축 자재에서는 휘발성 유기 화합물(VOCs)과 포름알데히드(HCHO) 등 오염물질이 방출되며 그 외 실내공기 오염 물질에는 재실자로부터 방출하는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 담배연기, 연소기구나 난방장치 등에서 발생하는 연소 가스인 일산화탄소(CO)와 질소산화물(NO<sub>2</sub>)과 황산화물(SO<sub>2</sub>) 등이 있으며 이밖에도 미세먼지(PM10), 중금속(Heavy Metal), 석면(Asbestos), 라돈(Rn), 휘발성 유기화합물(VOC), 병원성세균 등이 있다

주로 이러한 오염의 원인으로는 산업의 발달에 따라 발생하는 오염물질과 단열화, 밀폐화에 따른 환기부족, 실내흡연, 연소기구의 사용, 오염된 외부공기의 실내유입 등이 가장 큰 원인으로 작용하고 있다. 또한 대부분의 건물은 실외공기가 실내로 유입되고 있으므로 대기오염이 심각한 수도권 및 공단 같은 대도시의 경우에는 오염된 실외공기가 실내로 그대로 유입되어 쉽게 정화되지 않아 실내공기 오염을 가중시킨다는 점에서 실내공기는 대기와의 밀접한 관계가 있다고 한다.

### ■ 실내공기오염의 중요성

사람의 하루 물질 섭취량 중 약 80%가 공기이고 하루의 90%이상을 다양한 실내공간에서 생활하고 있으므로 오염된 실내공기는 건물병 증후군 등 여러 가지 건강장애를 유발할 수 있다고 보고되고 있다.

여기서 건물병 증후군(SBS: Sick Building Syndrome)이란 건물 내 거주자가 실내공기 오염으로 인하여 일시적 또는 만성적으로 걸리는 코, 눈, 목의

건조, 통증, 재채기, 코막힘, 피로 또는 무기력, 두통, 구토, 건망증 등의 건강이상 증상을 통칭한다.

실내공기 오염과 그로 인한 건강상 위해문제는 이미 세계보건기구(WHO)와 미국을 비롯한 선진국의 주요 관심사로 다루어져 왔으며 WHO에서는 2000년 5월에 “ 모든 인간은 건강한 공기를 호흡할 권리가 있다” 라고 선언하였다

한 보고서에 따르면 공기오염에 의한 사망자 수는 최대 600 만명에 이르고 특히 실내 공기오염에 의한 사망자는 280 만명이라고 한다. 그리고 실내에서 방출되는 오염물질이 실외에서 보다 사람의 폐에 전달될 확률이 100 배가 높으며 실내오염도를 20%만 줄여도 급성 기관지 질환 사망률을 최소한 4-8% 줄일 수 있다고 전했다.

#### ■ 다중이용시설 실내 공기질 관리

현재 2004년 5월 30일부터 환경부에서 실시하는 “ 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법” 이 시행되고 있고 종전 지하역사, 지하도상가의 2개 시설에서 여객자동차터미널, 실내주차장, 도서관, 병원, 찜질방 등이 추가되어 17개 시설로 확대 되었다.

시 설 명	규 모
지하역사	모든 지하역사
지하도상가(지상건물에 따른 지하층의 시설제외) 여객자동차터미널, 철도역사의 대합실 실내주차장(기계식 주차장 제외)	연면적 2천 m <sup>2</sup> 이상
공항시설 중 여객터미널	연면적 1천 5백 m <sup>2</sup> 이상
항만시설 중 터미널	연면적 5천 m <sup>2</sup> 이상
도서관, 박물관, 미술관	연면적 3천 m <sup>2</sup> 이상
의료기관(입원진료병상이 100개 이상)	연면적 2천 m <sup>2</sup> 이상
지하에 위치한 장례식장, 국공립 보육시설, 노인의료보호시설중국공립 노인전문요양시설, 유료노인전문요양시설, 노인전문병원	연면적 1천 m <sup>2</sup> 이상
찜질방	연면적 1천 m <sup>2</sup> 이상
산후 조리원	연면적 5백 m <sup>2</sup> 이상
대규모 점포	모든 대규모 점포

또한 미세먼지(PM10), 포름알데히드(HCHO) 등 5개 오염물질에 대해 실내 공기질 유지기준을 설정하여 준수하도록 하였으며 다중 이용시설의 책임관리자는 매년 오염물질을 측정하고 그 결과를 시/도지사에게 제출하여야 하며 공기정화설비와 일정기준의 이상의 환기설비를 설치하여야 한다. 기타 포름 알데이드(HCHO), 총휘발성 유기화합물(TVOC) 등 오염물질을 기준이상 방출하는 건축자재를 고시하고 다중이용시설에 사용하지 못하도록 하였다.

<실내 공기질 유지기준>

다중이용시설	PM10 ( $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )	CO2 (ppm)	HCHO ( $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )	총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )	CO(ppm)
지하역사, 지하도상가 철도역사의 대합실 도서관, 박물관, 미술 관, 장례식장, 찜질방 등	150 이하	1000	120		10 이하
의료기관, 보육시설, 노인의료시설, 산후 조리원	100 이하	이하	이하	800 이하	
실내주차장	200 이하				25 이하

\*PM10: 실내외의 부유분진 중 입경이 10 마이크론 이하의 미세먼지를 통칭

2. 에어필터의 분류 및 응용산업

최근 대기 환경 문제가 크게 부각됨에 따라 오염된 물질을 제거하는 공기청정 여과제가 주목을 받기 시작했으며, 필터기능의 고성능화 및 응용에 대한 연구가 매우 활발해지고 있다.

에어 필터의 용도를 보면 여과 목적에 따라 건식여과와 습식여과로 대별된다. 필터용 소재로서는 주로 폴리에스테르(PET)와 폴리프로필렌(PP)이 가장 많이 사용된다. 양 소재는 내약품성이 우수한 점 및 열가소성이 있고 여과재 형상을 자유롭게 할 수 있는 것 등 때문에 여과재료로서의 중요성이 부각되고 있다.

폴리에스터(PET)는 습식, 건식을 비롯하여 부직포, 직물, 펠트의 섬유소재로서 광범위하게 사용되어진다. 또한, 폴리 프로필렌(PP)는 내약품성 측면에서 광범위한 사용영역을 가지고 있으나, 100℃를 넘는 고온하의 사용조건에서는 부적당하여 폴리에스터(PET)로 대체되는 경우도 있다. 그러나, 에어필터와 관련해서는 정전처리화가 용이한 이점이 있어 사용량이 급증하고 있다. 기타 용도에 따라 acrylic compolymer, polyphenylene sulfide, aromatic aramid, PTFE(polytetrafluorethyle) 등이 쓰이기도 한다.

<에어필터 유니트의 용도별 분류도>

에어필터	산업용	공조용 및 크린룸용	프리필터 미디움필터 헤파필터 울파필터
	가전 및 전자제품용	에어컨필터 공기 청정기용 진공 청소기용 가습기용 가스 레인지용 산소발생기용 각종 센서류	헤파필터 미디움필터 정전필터 케미칼필터 전기집진기 탈취필터 멤브레인
	의료 및 마스크용	방진용 메디칼용 크린룸용 인큐베이터용	정전필터 헤파필터 탈취필터
	집진용	필터백 카트리지	부직포필터 정전필터 멤브레인
	자동차용	엔진룸 공조기 차실내용 공기 청정기 연료전지용 각종 센서류	에어크리너 오일필터 연료필터 정전필터 탈취필터 멤브레인

■ 산업용 응용/크린룸

첨단기술의 초정밀화, 고순도화, 무균화 추세에 따라 첨단제품은 청정한 환경인 클린룸에서 생산되고 있는데 제품의 제조과장에서 오염물질이 제품에 부착하여 성능을 저하시키거나 불량률 초래함으로써 제품의 생산 수율을 떨어뜨리는 문제가 발생되므로 클린룸은 미세입자오염이 주로 문제가 되는 반도체, LCD, 전자, 신소재, 정밀기계공업, 반도체용 화학약품을 제조하는 화학 공장 뿐만 아니라 미생물 오염이 문제가 되는 병원, 의약품 공장, 식품 공업, 농업 분야 나아가 우주개발에서도 사용되고 있다.

<공조 및 클린룸용 에어필터 유니트 세분류>

종류	적용분진농도(mg/m3)	압력손실(mmAq)	포집효율(%)	용도
프리필터	0.4-7	3-20	70-90(중량법)	외기처리 중성능 필터의 프리필터
중성능(I)	0.1-0.6	8-25	10-80 (0.3um DOP)	헤파필터의 프리필터
중성능(II)	0.3	15-35	80< (0.3um DOP)	Class 10만 이상의 클린룸의 최종필터
고성능(헤파)	0.3	8-50	99.97< (0.3um DOP)	Class 10-10,000의 클린룸의 최종필터
초고성능(울파)	0.3	25-50	99.999< (0.3um DOP)	Class 1-10의 클린룸의 최종필터

■ 자동차용 응용

환경 오염에 의해 주행시 유입되는 미세먼지와 오존, 디젤엔진으로부터 유입되는 각종 배기가스인 VOC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 등이 승용차 안의 운전자의 건강을 해치고 또한 오염된 공기는 빌딩증후군과 동일한 현상을 유발할 수 있다.

또한 차량내부의 내장재에서 발생하는 가소제가스나 담배로 인한 각종 유해화학 물질들과 미세 분진들의 발생한다. 이 때 차량 안의 탄산 가스량은 바깥보다도 3배나 많아져 졸음과 함께 두통을 유발하여 이러한 문제점들을 해결하기 위해 외부나 내부 공기 순환 유입부에 필터를 설치하여 항상 신선한 공기가 유입되도록 한다.

이 외에도 엔진 내에 흡입되는 공기중의 불균질 물질( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  등)을 제거하여 엔진의 실린더와 피스톤 손상을 방지하고 엔진오일을 항상 청결한 상태를 유지 공급하게 하고 엔진의 수명을 연장하여 불필요한 연료 소모를 방지해 주는 기능을 갖는 부품인 에어 크리너 등이 사용된다.

### ■ 가전용 응용/공기청정기

실내의 오염물질을 제거하는 장치를 공기 정화기 또는 공기 청정기라고 하는데 여기에는 공기 조화기나 덕트 내에 설치하는 내장형과 실내에서 독립적으로 운영되는 단독형이 있다. 먼지 제거를 위하여 단순히 여과필터를 장착한 것으로부터 전기 집진식, 습식 등 다양한 방식에 의한 오염원 제거 기능을 가진 것, 음이온, 오존, 그리고 향과 같은 추가적인 2 차 물질을 발생시키는 것도 있다. 또한 미생물 입자의 제거를 위하여 플라즈마 화학처리방식이나 자외선 살균방식을 이용한 탈취, 살균기능을 갖춘 것도 있다. 최근에는 광촉매를 사용하여 살균/탈취 기능을 적용하기도 하며 산소발생기를 부가적으로 부착하여 산소를 공급하는 기능도 적용 예가 있다.

### 3. 기술 개발 동향 및 전망

다음은 과학기술 정책 연구원에서 예측한 21세기 미래기술 가운데 미세입자 제거와 관련된 기술의 목록이다.

- ✓ 악취와 대기오염물질을 정화시키는 촉매개발
- ✓ 미생물을 이용한 냄새 제거 및 공기질 개선기술
- ✓ 2차 폐기물이 발생하지 않도록 전자빔을 이용하여  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  를 분해하는 기술
- ✓ 플라즈마에 의한 탈황, 탈질 동시처리기술
- ✓ 선택적 비촉매 환원법에 의한 산업용 보일러  $\text{NO}_x$  제거기술의 상용화
- ✓ 세라믹 필터를 이용하여 고온, 고압 하에서 분진을 제거하는 기술의 실용화

이 밖에도 저압력손실, 고효율 및 높은 포집량을 성능을 갖는 필터들이 개발되고 있다.

특히, 공기청정기술과 관련하여 특히 실내오염 측정기술과 제어기술 개발에 주목하여야 하며 오염제어기술은 청정기를 이용한 오염제거기술과 환기를 통한 희석제어기술, 그리고 오염 발생량을 줄이기 위한 발생 제어기술로 나누어 각 부분별로 연구들이 현재 진행되고 있다고 한다.

이외에도 특수기능성 섬유, 박막표면 필터재(멤브레인), 필터재 표면처리 기술, 습식 부직포 생산 기술, 필터지 충전기술 등이 요구되어지고 또 필터 기능 측정 설비의 수요도 크게 증가하며 더욱 다양화된 품종의 필터재료 수요가 늘어날 전망이다.

한 예로 머리카락 굵기의 25만분의 1에 불과한 첨단 나노 파이버가 미국에서 가장 먼저 화생방용으로 집중 개발되었으며 각종 위생용 또는 산업용 필터용 등으로 탁월한 기능을 갖고 있어 무궁무진한 적용 범위가 있다고 한다. 나노 파이버를 사용할 경우 대기오염 방지용이나 정수용 필터, 자동차용 필터 등으로도 사용할 수 있는 신소재이다.

#### 4. 맺음말

위에서 언급되었듯이 다양한 산업에서의 공기청정 필터들이 적용되어 사용되어지고 있고 향 후 핀란드의 환경부에서 추진한 아래와 같은 주요정책이 국내에서도 점차 공감대를 형성한다면 향 후 공기청정 필터산업의 무궁한 발전성은 충분히 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

- ✓ 실내공기환경 개선을 위한 전 국가적인 캠페인운영
- ✓ 실내공기환경 개선을 위한 새로운 규제기준 및 가이드라인 운영
- ✓ 실내공기환경 및 자재에 대한 분류 및 등급화
- ✓ 건강빌딩기술 프로그램 운영
  - 건강빌딩 브랜드화(상품화)
  - 습도 및 곰팡이 제어기술
  - 건강한 건물 유지관리 기술
- ✓ 공기청정 환기시스템의 개발
- ✓ 서로 다른 각 정부 기관간의 협조 긴밀화
- ✓ 정부기간과 사기업 또는 협회 간의 긴밀한 협조체제 구축
- ✓ IAQ(Indoor Air Quality) 전 분야 지식의 효과적인 정보 제공
- ✓ 주택, 학교, 오피스에서의 실내공기오염 경감을 위한 지원
- ✓ 새로운 기술 및 해결방안에 대한 개발 유도 및 지원



## ■ 참고문헌

- 1) 실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구, 환경부, 2002.2
- 2) 공조용 에어필터 유닛 신뢰성평가, 산업자원부 기술 표준원, 2001.7
- 3) 자동차용 캐빈 에어필터 유닛, 산업자원부 기술 표준원, 2002
- 4) 산업용섬유 기술세미나(토목/필터분야의 기술개발방향), 한국섬유산업연합회 2001.11
- 5) 박일호:실내공기질 관리정책 및 방향, 17권 제2호 실내공기청정협회, 2004.6  
김운신:최근다중이용시설의 실내공기질조사, 17권 제2호 실내공기청정협회, 2004.6
- 6) 윤동원:유럽 국가들의 친환경 건축자재 인증제도와 실내환경 개선을 위한 기술동향, 17권 제2호 실내공기청정협회, 2004.6
- 7) 배귀남 외:국내공기청정산업 현황 및 기술개발 동향, 11권 제1호 실내공기청정협회 1998.3
- 8) 임기철외: 제2회 과학기술예측-한국의 미래기술(2000-2005), 과학기술 정책연구원, 1999