

공기청정기 기술의 진보과정과 향후 방향

최근 주거환경의 악화와 웰빙의 열풍으로 인해 실내 공기 및 물과 관련된 제품들의 개발이 활발히 일어나고 있다. 본고에서는 공기청정기의 변천사와 기반 연구 및 향후 진행방향에 대하여 논한다.

박종훈, 엄봉열, 윤성진

웅진코웨이(주) 환경기술연구소(jehoshua@coway.co.kr)

서론

최근 중국에서의 황사가 연일 매섭게 불어오고 있고, TV나 신문, 잡지 등 매스컴에서는 신축 건물이나 아파트, 공공장소의 실내 공기질의 심각성에 대해 언급하며, 이에 대한 다양한 해결책이 제시되고 있다. 미국이나 일본 등 선진국에서는 이미 실내 공기를 오염시키는 유해가스 및 미생물, 방사성 동위원소 등의 원인물질을 규명하고, 원인물질에 따른 실내 공기 청정화 방법 등을 제시하거나 해결하기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 이에 비하면 국내에서의 실내 공기의 오염에 대한 연구는 상당히 미미한 수준이었으며, 이와 관련된 기술 수준 및 시장 규모도 절음마 수준이라 할 수 있다. 이제라도 관련된 연구기관 및 기업, 대학 등이 힘을 합쳐 이에 대한 해결책을 모색한다면 실내 공기에 대한 국민의 불안감을 단기간에 해소시킬 수 있는 분명한 해결책을 마련할 수 있으리라 생각된다.

최근 주거환경의 악화와 웰빙의 열풍으로 인해 실내 공기 및 물과 관련된 제품들의 개발이 활발히 일어나고 있다. 당사도 이들 기업중 하나이며 주요 제품으로 정수기, 연수기, 비데 그리고 공기청정기가 있으며, 소비자의 공기청정기에 대한 인식이 없어 시장 형성이 거의 이루어지지 않았던 1995년에 이미 일본 마쓰시다전기와의 공동연구로 전기집진 방식인 RC 집진필터를 적용한 공기청정기를 시판하였으

며, 몇 년 뒤에는 공기청정기와 UV 살균 초음파 가습기가 복합된 가습 겸용 공기청정기를 출시하기도 하여 소비자들에게 공기청정기에 대한 인식을 높여 도록 유도하고 있다.

2001년에는 본격적인 HEPA필터 방식의 공기청정기를 렌탈 가능 제품으로 출시하여 2002년 한해에만 27만여대의 공기청정기를 보급하였으며, 이로 인해 공기청정기 시장이 활성화되어 공기청정기 품질향상과 경제 활성화의 촉진제 역할을 하였다. 또한, 한국공기청정협회에서 시행하고 있는 실내 공기청정기 품질인증 CA마크에 대한 최초 인증을 받기도 하였다. 사용용도도 다양화 되어 가정용 제품의 뒤를 이어 업소 및 사무실에 적합한 제품 등을 개발하여 소비자의 목적에 맞는 제품을 선택할 수 있도록 하였다.

2003년 말에는 가습필터를 적용한 자연 가습 공기청정기 및 중공사막에 의한 깨끗한 산소를 공급 가능한 산소발생 및 공기청정 일체형 제품을 출시하여 기존의 공기청정기와는 차별화된 기능 및 기준을 제시하였다.

공기청정기 변천사

전기집진식 공기청정기

최초로 적용된 집진 필터는 이오나이저와 RC(rolled collector) 집진필터로 구성되었으며, 마쓰시다전기와의 공동 연구개발하여 저정압 고성능 집진필

터로 제작되었다(그림 1). RC 집진필터 및 이온나이저는 세정액을 사용하여 주기적으로 세정하여 사용하기 때문에 유지비가 저렴한 장점을 가지고 있다. 이온나이저에서는 DC 6kv 고전압을 인가하여 CORONA 방전으로 공기 중의 미세한 오염입자가 ⊕ 전하를 띄도록 처리한 후, RC 집진 필터의 ⊖ 극 판에 하전된 먼지를 포집하는 원리로 되어 있으며, 미세먼지 제거에 매우 효과적인 방식이다.

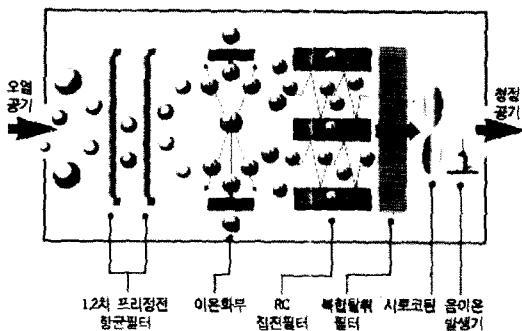
또한, 탈취효율의 향상을 위하여 산성, 중성, 염기성 가스 제거에 적절한 활성탄을 복합 사용하여 실내 공기 중에 존재하는 다양한 종류의 가스 제거에 효과적으로 구성하였다. 탈취 지지체로는 풍량 및 소음에 유리한 우레탄폼을 적용하여 접촉 면적을 증대시키고 고풍량을 낼 수 있도록 하였다.

전기집진식 공기청정기의 전체적인 필터부 구성은 향균 프리정전필터, 이온나이저, RC 집진필터, 복합탈취필터, 그리고 음이온으로 구성되어 있으며, 전기집진식에 적절한 크로스 플로우 팬을 적용하였다.

이외에 가스 농도에 따른 전기전도도 변화를 감지하여 실내 공기의 오염도를 표시하는 냄새 센서를 적용하여 공기 오염에 따라 공기청정기가 자동으로 반응하도록 하였으며, 필터 청소 시기를 표시해 알맞은 시기에 필터를 청소함으로써 청정 효과를 극대화하도록 설계하였다.

해파필터식 공기청정기

공기청정기에 사용되는 필터 여재는 유리섬유나 고분자 재질로 되어 있으며, 관성, 확산 등과 같은 여러 가지 작용에 의해 미세 먼지를 제거하도록 되어

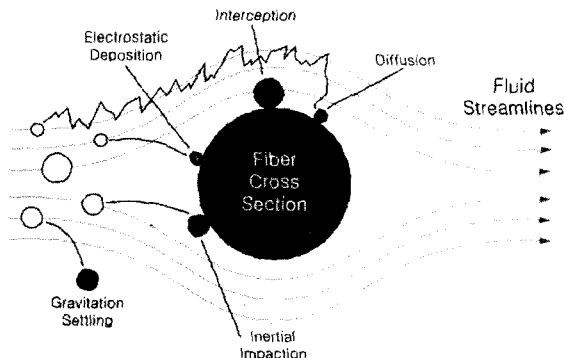


[그림 1] 전기집진식 공기청정기조

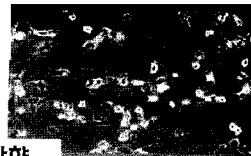
있다(그림 2). 또한, 제조 방법 및 충전량 등에 따라 다양한 포집 효율을 갖는 필터 여재를 만들 수 있다. 공기청정기에 사용되는 필터 여재가 갈수록 높은 효율을 요구하면서 호흡성 미세먼지 포집에도 효과적인 해파필터가 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 해파필터와 같은 기계식 필터류는 효율을 향상시키면 그에 따라 일반적으로 필터 정압이 증가하기 때문에, 풍량이 감소되며 소음이 증가하게 된다. 따라서, 집진 효율은 증가시키면서 필터 정압을 낮추기 위한 노력이 지속적으로 이루어지고 있으며, 이를 위하여 필터 여재를 전기적으로 처리하여 정전력을 부가한 고효율, 저정압 필터가 개발되어 사용되고 있다.

공기청정기 설계에 있어서 중요한 요소 중 간과하기 쉬운 부분 중 하나가 바로 필터 내구성이다. 당사의 공기청정기는 사용 기간 중 안정적인 성능을 확보하기 위하여 해파필터에 축적되는 먼지를 일차적으로 프리정전필터에서 걸러주고, 이차적으로 미디움 필터에서 걸러주도록 설계하였다. 해파필터식 공기청정기 설계에 있어 이러한 시도는 업체 최초였으며, 현재는 이러한 개념을 여러 제조업체에서 이온나이저, 정전기 수세필터 등의 형태로 응용하여 사용하고 있다. 해파필터 자체의 먼지 포집량을 증가시키기 위하여 자체 기준을 설정하여 공인기관의 시험을 거친 후 사용토록 하고 있다.

탈취필터도 기존 방식만을 고수하는 것이 아니라 계속 새로운 필터 형태를 개발하여 제품에 적용하고 있다. 초기에는 저온축매와 화학처리된 활성탄을 혼합한 후 성형하여 사용하는 블록 탈취필터를 적용하



[그림 2] 필터에 의한 입자 포집 원리

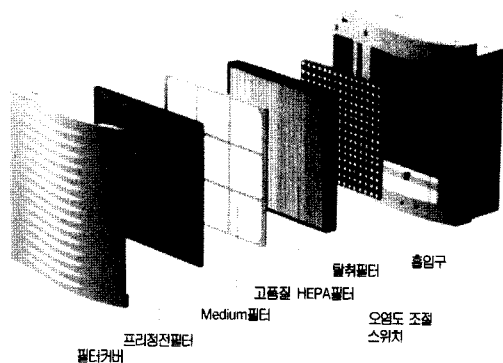


였으며(그림 3), 이후 네트에 활성탄을 침착하고 이를 미디움 필터와 일체화시킨 SMD 필터를 개발하여 성능을 향상시키고자 하였다. 현재는 화학 침착 활성탄의 가스 처리 능력을 충분히 활용하고자 바인더를 사용하지 않고 알루미늄 격자나 사출물 형태의 케이스를 사용하여 탈취필터를 제조하였으며, 물 세척 가능한 탈취필터를 적용해 강력한 탈취능력을 지속적으로 유지하도록 설계하였다.

또한, 실내 공기 중의 1 μ m 내외의 미세 먼지 농도를 감지하는 먼지 센서를 적용하였으며, 소비자 안전을 위한 자동 전원 차단, 야간 취침 정음 운전, 음이온 발생, 풍향 자동 조절, 운전시간 예약 등 다양한 부가 기능을 통하여 제품을 고급화하였다(그림 4).

이온 가습 및 산소발생 공기청정기

다양한 부가 기능에 대한 소비자의 요구가 증대되

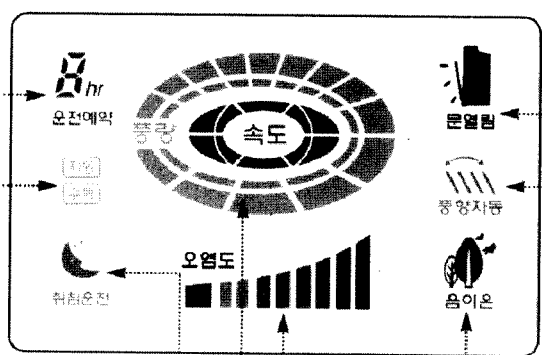


[그림 3] 블록 탈취 필터 시스템

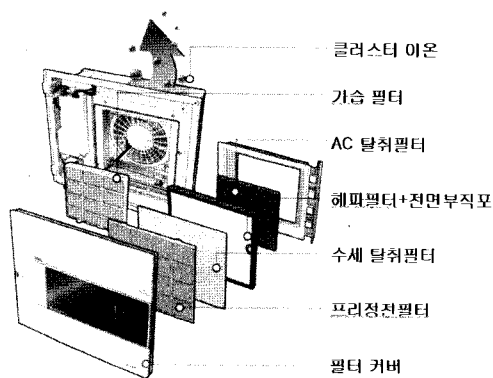
면서 공기청정기와 새로운 기능들의 접목이 시도되었다. 특히, 공기가 건조한 겨울철에 환기가 제대로 이루어지지 못하므로 다른 계절에 비해 심한 실내 공기 오염을 제어하기 위한 공기 청정 기능과 쾌적한 상태로 습도를 유지시키기 위한 가습 기능이 복합된 제품을 우선적으로 개발하였다. 당사에서는 이미 수년 전에 헤파필터 방식의 공기청정기와 초음파 가습기를 복합한 제품을 개발하여 소비자에게 좋은 반응을 얻었다.

2003년 말에는 실내 공기에 수분을 공급하기 위해 빨래를 널어놓았던 원리를 적용한 자연 가습필터 방식의 가습 겸용 공기청정기를 개발하였다. 이온 가습 공기청정기는 집진 및 탈취필터에 의해 청정화된 공기를 물에 젖은 가습필터에 통과시켜 기화된 수분만을 공기 중에 공급하는 방식으로 일본이나 유럽 등지에서 주로 사용하는 방식이며, 국내에서는 극히 적은 제품만이 생산되고 있다. 특히, 부가적으로 이전에 사용되던 음이온과 차별화된 이온변환기에 의한 클러스터 이온을 적용해 소비자의 건강을 더욱 생각하고자 하였다. 이온변환기는 일본 음이온의 권위자인 호리구찌 박사와 공동 개발한 것으로 자연계에 존재하는 클러스터 이온과 동일한 음이온을 실내 공기 중에 공급하여 공기 중의 활성산소 및 정전기 제거, 세포 활성화 등의 효과를 발휘한다.

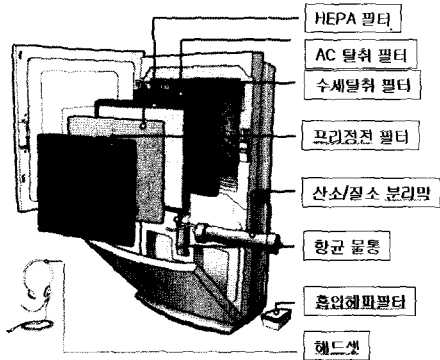
또한, 중공사막을 통한 청정 산소 공급을 공기청정기 내부에 설치한 저소음 공기청정기를 개발하였다. 산소 공기청정기는 공기청정기와는 별도로 설치되는 산소발생 시스템을 실내로 들여와 제품 설치 및



[그림 4] 전면 기능 표시부



[그림 5] 가습겸용 공기청정기의 필터 시스템



[그림 6] 저소음 공기청정기의 필터 시스템

사용상의 편의성을 최대화 하였으며, 산소가 중공사막을 투과할 수 있는 추진력을 발생시키는 압축기의 소음을 최소화하고, 산소 공급을 가시화할 수 있는 bubbler를 설치하여 제품을 고급화 하였다.

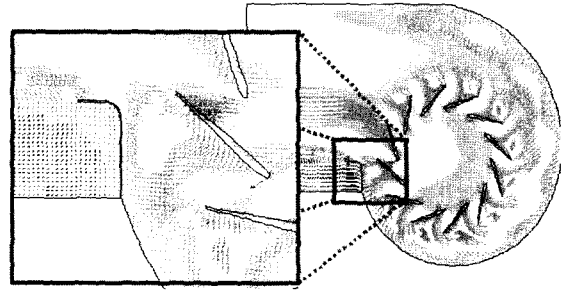
중공사막 산소 발생 시스템의 해결 과제인 수분 응축 문제도 압력 변이 시스템을 자체 개발하여 해결하고, Bubbler 내부의 세균 발생 제어를 위한 나노 은 전기 살균 시스템을 적용하여 제품 완성도를 높였다.

공기청정기 기반 연구

앞에서 언급한 바와 같이 공기청정기의 성능을 향상시키기 위해서는 필터와 송풍 시스템에 대한 지속적인 연구가 선행되어야 한다.

당사는 일본 및 국내 대학, 업계와의 지속적인 연구 개발 노력을 기울이고 있다. 새로운 필터 시스템 및 제품 개발을 위하여 집진 성능 테스트 장치, 탈취 성능 테스트 장치, 풍동 장치, 무향실 및 오존 측정기, 입자 계수 측정기, 입자 농도 측정기 등 다양한 측정 기기들을 구비하고 있으며, 타사와의 성능 협력 검토를 통하여 현실 기준에 가장 타당한 테스트 기준 확립을 위하여 노력하고 있다.

또한, 고품량, 저소음을 위하여 팬 시스템을 대학교 공조센터에 위탁 개발하여 대학과의 연계를 돈



[그림 7] 터보팬의 유동 해석

독히 하고 있으며, 산소 농축 시스템에 대한 국가 과제도 수행하여 자체 기술력 확보에 매진하고 있다.

향후 진행방향

지금까지의 공기청정기는 대체적으로 공기청정기의 기본 기능에 충실한 제품을 개발하는데 주력해 왔다고 볼 수 있으며, 한국공기청정협회의 품질인증 제도로 인하여 공기청정기의 성능이 대체적으로 상향 조정되었다고 할 수 있다.

또한, 실내 공기 오염에 대한 소비자들의 의식도 바뀌어 가고 있으므로 향후 몇 년간의 공기청정기 시장을 성장 및 성숙기로 판단할 수 있다.

이러한 상황에서 공기청정기 업체들은 공기청정기의 기본 기능을 강화하는 것에 부가하여 소비자의 편리성을 위한 다양한 부가적인 기능으로 타사와의 차별화를 도모하고자 할 것으로 보인다.

공기청정기는 단지 먼지나 유해가스만을 제거하는 것이 아니라, 전체 생활의 대부분을 실내에서 보내는 현대인들에게 지대한 영향을 미치는 공기에 숲이나 바닷가, 또는 폭포수 등지의 상쾌한 느낌을 줄 수 있는 제품이 되어야 한다고 생각하며, 이를 위하여 당사는 연구에 매진할 것이다. ④