

실내공기청정기 CA인증제도

○ 윤 성 심 | 한국공기청정협회
CA인증팀 팀장
E-mail : kaca@kaca.or.kr

1. 서론

최근 실내 공기환경에 대한 관심이 증가함에 따라 주택, 사무실 및 지하공간 등 생활공간에서의 실내 공기청정기 사용이 증가하고 있다. 기존의 냉난방 기능만을 가지던 공기조화기들도 공기청정기능을 추가하여 시판되고 있다. 일반적으로 생활 공간에서의 오염 분진들은 직경이 서브마이크론(submicron)부터 수십 마이크론의 크기로 매우 다양하고, 물리적 또는 미생물학적으로도 매우 다른 특성을 가진다. 이러한 특성에 따라 인체에 대한 유해성도 다르게 나타난다. 따라서 공기청정기는 단순히 입자상 오염물질 뿐만이 아니라, 냄새 및 유해가스 등을 포함하는 가스상 오염물질과 유해 미생물들까지도 효과적으로 제거할 수 있는 기능이 요구된다. 그러나 검증되지 못한 공기청정기를 사용할 경우 오염물질을 제대로 제거하지 못할 뿐만 아니라 미생물의 증식 등 오히려 오염을 가중시키는 역효과를 가져올 수 있다. 따라서 공기청정기의 성능에 대한 신뢰성 확보를 위해서는 성능 평가기법의 확립과 성능평가를 위한 표준시험설비를 구축하는 것이 필요하다. 일본, 미국 및 유럽 등의 선진국들에서는 이러한 요구에 대응하여 이미 1980년대부터 필터를 포함하여 공기청정기의 성능평가 기준

을 마련하고 보완해 왔으며 현재 입경 0.3 μm 급의 미세먼지를 포함한 생활 냄새 등의 새로운 오염물질에 대한 제거 성능에 관하여 정립되어 있다. 우리나라에서도 산업표준화법에 따르는 KS C 9314 표준 시험방법을 비롯하여 단체표준인 한국공기청정협회(SPS-KACA002-132)등이 있다.

공기정화능력의 성능평가가 주를 이루던 공기청정기는 2007년부터 효율관리기자재로 추가되어 소비전력을 측정하도록 의무화되었다. 효율관리기자재란 보급량이 많고 그 사용에 있어서 상당량의 에너지를 소비하는 기자재 중 에너지 이용합리화에 필요하다고 지식경제부장관이 인정한 에너지사용 기자재를 말한다. 2008년 7월 산업자원부 고시 제 2007-149호부터 「에너지이용 합리화법」에 따라 에너지소비효율 기자재 중 공기청정기 분야가 추가되었고 2009년 2월 10일 지식경제부고시 제 2009-26호에서는 「효율관리기자재 운용규정」이 개정되어 효율관리기자재를 사용할 때의 이산화탄소 배출량을 에너지소비효율등급 라벨에 표시하여 정보를 제공하게 되어 있다. 이는 이산화탄소 배출량 정보를 제공함으로써 에너지절약 및 온실가스 배출 저감에 기여할 수 있도록 하고 있다. 때문에 공기청정기 제조업체들은 에너지를 최소한으로 사용하면서 최대한의 공기정화능력을 갖춘 기술 연

표 1. 국내 공기청정기 품질인증 마크 현황

구분	안전인증 	KS인증 	CA인증 	환경마크 	에너지효율등급 
관련 법률	전기용품 안전관리법	산업표준화법	단체품질인증	환경기술개발 및 지원에 관한 법률	지식경제부 고시 제 2009-29호
인증 기관	KTL KEETI	한국표준협회	한국공기청정 협회	한국환경산업 기술원	에너지관리공단
성능평가 시험방법	-	KS C 9314	SPS-KACA002-132 : 2006	EL 407-2003	지식경제부 제2010-124호
오존 기준적용	2001.7.1 이후 인증 제품	2002.2.28 이후 인증 제품	1998년 이후 인증 제품	2008.7.9 이후 인증 제품	-

구개발에 박차를 가하고 있다. 표 1은 현재 국내 공기청정기 관련 품질인증제도의 인증기관과 시험방법 등을 보이고 있다.

본고에서는 공기청정기 국내외 기술동향에 이어 공기청정기 기술을 평가할 수 있는 시험 방법 및 규격의 동향에 대하여 살펴보고 본 협회에서 시행하고 있는 공기청정기 제품 성능 인증(CA 인증)에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 공기청정기 CA 인증

2.1 적용범위

본 협회에서 시행하고 있는 CA마크 인증은 국내 공기청정기 생산업체의 제품이나 수입하는 공기청정기 중 KS C 9314에 의거 제품안전시험(전기안전형식승인) 및 에너지소비효율등급 시험을 통과한 제품으로 정격전압이 단상기기에서는 250V 이하, 기타기기에서는 480V 이하이며, 정격풍량 2m³/min

이상 15m³/min 이하인 일반가정, 사무실 등 이와 유사한 장소에 설치되어 공기 중에 포함된 미세먼지 제거, 유해가스 제거, 냄새탈취 등의 기능을 수행하는 송풍기가 내장된 기기에 한한다.

2.2 인증절차

① 국내·외에서 공기청정기를 생산 및 판매하는 업체가 CA인증을 받고자 할 때는 협회에서 제공한 인증시험 신청서를 작성하여 신청한다.

② 협회는 신청서를 제출한 업체에 인증시험원이 직접 현장을 방문하여 제품생산에 따른 표준화 및 인증시험을 위한 제품을 무작위로 선정한 다음 지정된 시험기관으로 시험을 의뢰한다.

③ 시험기관에서는 실내용 공기청정기(CA) 단체표준에 따라 인증항목별 시험결과 성적서를 협회에 제출하여 협회에서는 관련 전문가로 구성된 심의위원회에 상정하여 심의를 받은 후 그 결과를 신청업체에게 통보한다.

④ 시험결과를 통보 받은 업체는 인증여부를 결

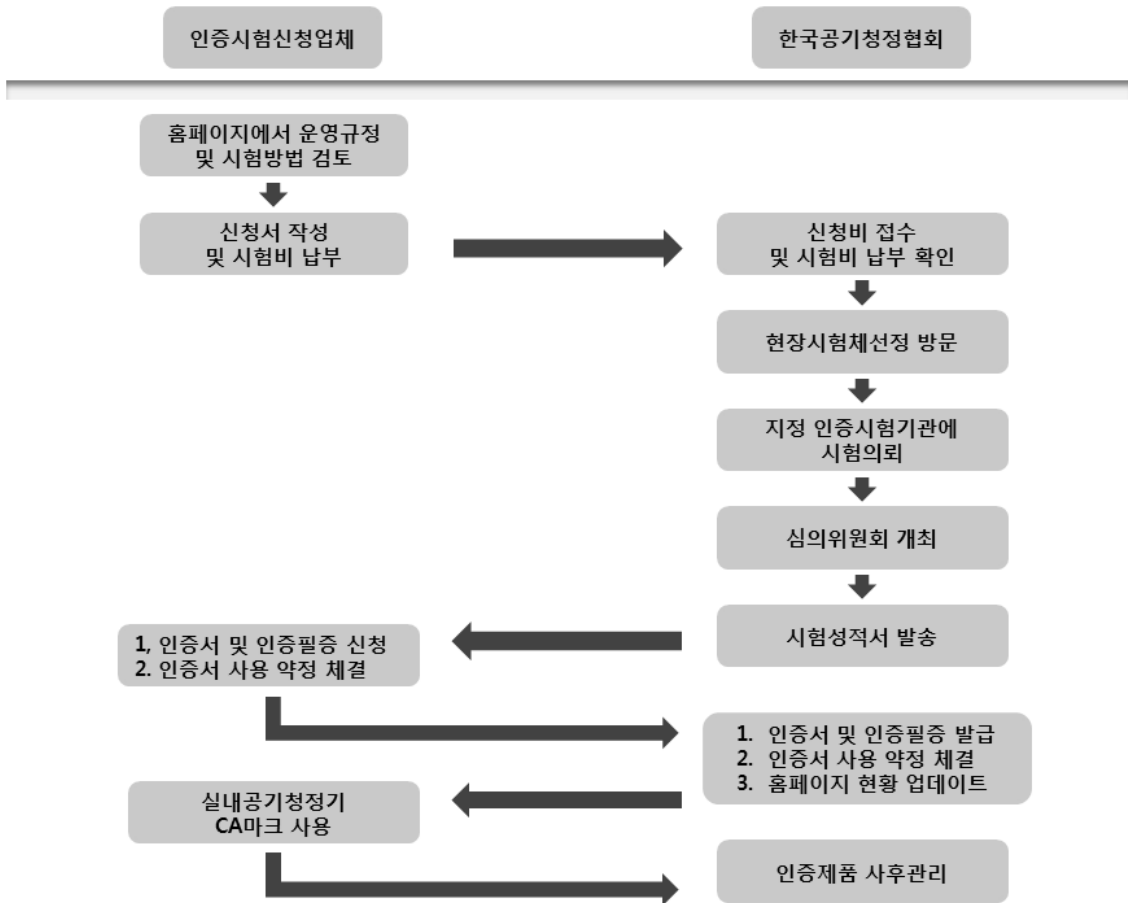


그림 1. CA 인증절차

정하여 협회에 인증사용에 대한 협약을 체결한다.

2.3 시험항목

우리나라에서는 2002년에 한국산업표준인 KS C 9314가 제정되어 일반가정 및 사무실 등 유사한 장소에 설치되어 공기 중에 포함된 먼지 포집, 가스 제거, 냄새 제거 등의 기능을 수행하는 송풍기가 내장된 공기청정기의 안전성 및 성능에 대한 기준을 제시하였고 민간단체인 한국공기청정협회에서는 CA(Clean Air) 인증 기준인 단체표준 SPS-KACA002-132 을

만들어 실내용 공기청정기의 풍량, 소음, 집진, 탈취, 오존발생 등의 공기청정기 성능시험에 대한 규격을 제시하였다. 또한 한국환경산업기술원(구.친환경상품진흥원)에서는 성능평가기준은 KS 기준을 따르며 독립적으로 오존 시험에 대한 규격인 EL 407 이 있다. 지식경제부 고시에서는 공기청정기 성능평가를 비롯하여 전력측정에 관한 내용이 추가되어 있다. 이러한 공기청정기 규격과 관련된 인증마크로는 KS마크, CA마크, 환경마크 그리고 에너지소비효율마크가 있으며 표 2 에는 국내 규격별 시험방법 및 기준을 간단하게 요약하였다.

표 2. 국내 규별 시험방법 및 기준

평가항목	표준	KS C 9314 : 2009 공기청정기	SPS-KACA002-132 실내공기청정기	EL407-2003 공기청정기	지식경제부고시 제2009-26호
미세먼지 제거율			KCl입자 0.3 μm 기준 상하류측 농도측정 계수법- 80% 이상		
미세먼지 제거용량		KCl입자 0.3 μm 기준 100 \pm 10 mg/ m^3 주입 초기정격풍량의 80%까지 - 풍량 1CMM당 6g 이상)			
입자청정화능력 /표준사용면적		이론값(m^3)으로 제시= $2.4 \times$ 분진포집률 \times 풍량	29 \pm 1 m^3 챔버 KCl입자 0.3 μm 기준 초기농도 : 108 ~1010개/ m^3 초기농도 20분 측정 산출식에 의해 계산		30 \pm 5 m^3 챔버 KCl입자 0.3 μm 기준 초기농도 : 108~1010 개/ m^3 20 분 가동 측정 산출식에 의해 계산
유해가스 제거율			8.0 \pm 0.1 m^3 챔버 10 ~ 13 ppm 30 분 작동 - 60 % 이상		4.0 \pm 0.1 m^3 챔버 암모니아, 아세트산, 아세트알데히드 9~11 ppm, 30 분 작동
유해가스 제거용량		암모니아, 톨루엔, 폼알데하이드 5 ~ 20 ppm 주입 초기제거율의 85% 까지 - 1 CMM당 500 mL 이상			
오존		40 \pm 10 m^3 챔버 24 시간 측정 - 0.05 ppm 이하	40 \pm 10 m^3 챔버 24 시간 측정 - 0.03 ppm 이하	40 \pm 10 m^3 챔버 24 시간 측정 - 0.05 ppm 이하	
소음		무향실 4곳(전,상,좌,우) - 5CMM 이하: 45dB이하 - 5 ~ 10 CMM : 50 dB이하 - 10 ~ 20 CMM : 55 dB이하 - 20 CMM 초과 : 60 dB이하	무향실 5곳(전,후,상,좌,우) - 5 CMM 이하: 45dB이하 - 5~10 CMM : 50 dB이하 - 10 ~ 20 CMM : 55 dB이하		
전력					대기전력(W) 소비전력(W)

2.4 시험방법

다양한 공기청정기 성능 평가 방법 중 본 협회 단체표준 SPS-KACA002-132 시험 방법에 따르는 풍량시험, 소음시험, 미세먼지 제거시험, 입자청정화능력시험, 유해가스 제거시험, 오존발생량시험에

관하여 고찰해보고자 한다.

(1) 풍량시험

풍량시험은 소음과 입자제거능력의 시험 시 시험제품간의 적합성 비교를 위해 수행한다. 풍량시

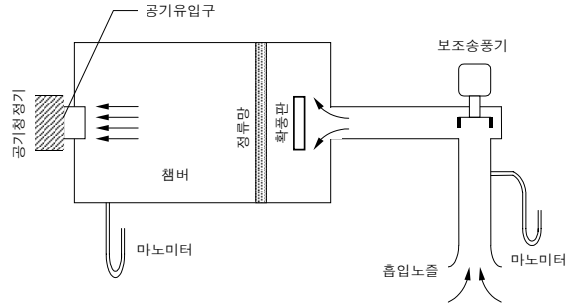
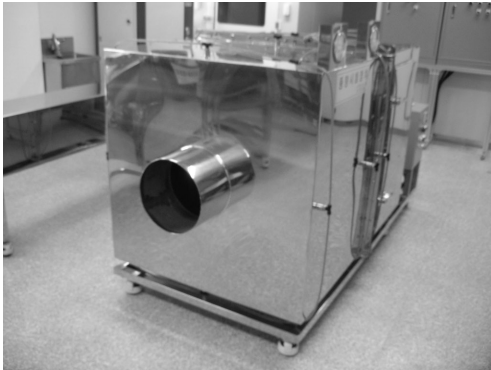


그림 1. 노즐을 사용한 풍량시험 장치 및 내부구성도

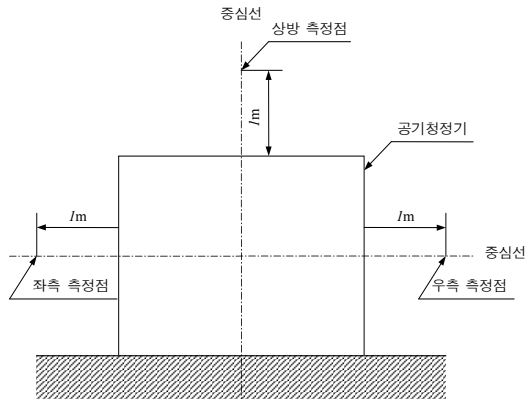
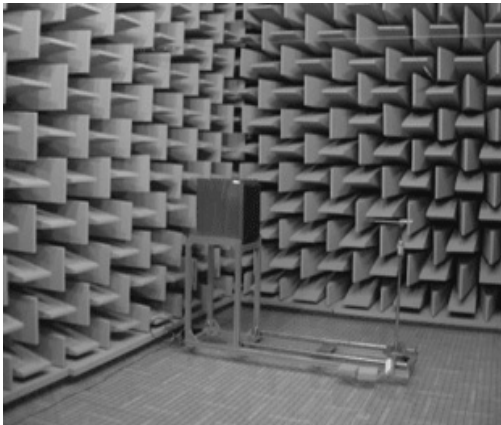


그림 2. 무향실 및 소음 측정 위치

험 시 공기청정기는 정격 주파수와 정격 전압으로 운전하도록 하며 공기청정기와 시험기 간에 공기 누설이 발생하지 않도록 연결한다. 시험되는 풍량에 따라 적절한 노즐을 사용하도록 한다. 그림 1은 노즐을 사용한 풍량시험 장치와 내부구성도를 나타내고 있다.

(2) 소음시험

소음시험은 무향실에서 공기청정기를 공진 및 반향이 없는 받침대에 설치하여 정격주파수, 정격 전압에서 정격풍량으로 운전하여 상, 하, 좌, 우, 후면의 측정점 소음을 측정한다. 단, 바람의 취출구

방향에서는 바람의 영향을 받지 않도록 하여 측정한다.

(3) 미세먼지 제거시험

1) 시험방법

미세먼지 제거시험에 사용되는 입자는 다분산의 고체상 염화칼륨(KCl)입자이며, 증류수에 시약등급의 염화칼륨을 용해시킨 수용액을 입자발생장치를 사용하여 분무시켜 만든다. 이때 발생하는 입자의 중간직경(count median diameter)이 0.2 ~ 0.6 μm 가 되도록 증류수와 염화칼륨의 혼합비율을 선정하며

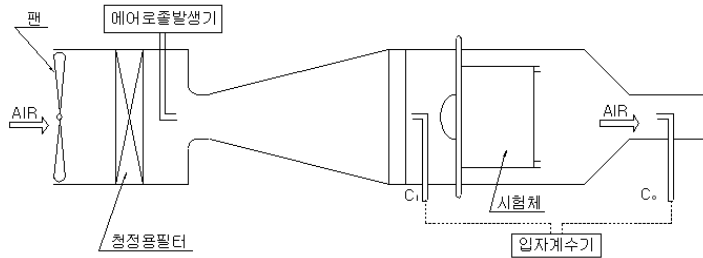


그림 3. 미세먼지 제거시험 장비 및 덕트 구성도

측정평가 입자 직경은 0.3 μm 으로 한다. 입자계수기는 광산란식 자동입자계수기 중 0.3 μm 의 입자직경을 구분할 수 있는 성능을 가진 것으로 하고 시험 덕트의 구성은 상류측에서 에어로졸 농도편차 $\pm 10\%$ 이내의 균일 농도의 에어로졸이 공급될 수 있도록 하고, 균일한 농도를 유지할 수 있으면 벤투리 형상에 한정되지 않고 혼합 오리피스/혼합 엘보우 또는 풍량측정장치를 이용해도 무방하다. 상류측 샘플링 위치는 시험체 흡입부 바로 앞으로 하고 시험체 설치부의 상류측은 돔(dome)등 흡입부보다 커다란 단면을 가진 것으로 하며 하류측은 시험체로부터의 모든 배출입자가 고르게 혼합될 수 있도록 충분히 긴 발달구간을 가질 수 있도록 하고 샘플링 지점은 충분히 발달한 구간에서 지정하도록 한다.

시험체를 시험 덕트에 장착시켜 정적풍량을 보내 입자농도가 안정된 것을 확인한 후, 상류측 및 하류측의 입자농도를 교대로 또는 동시에 측정한다. 교대로 측정하는 경우에는 상류측 농도의 변동에 유의하고, 동시에 측정하는 경우에는 광산란식 자동입자계수기의 입자직경 구분마다 상관계수를 구해서 차이가 있는 경우에는 보정해야만 한다.

2) 미세먼지 제거율

미세먼지 제거율은 다음과 같이 계산된다.

$$n = (1 - C_o / C_i) \times 100$$

여기서, n : 미세먼지 제거율 (%)

C_o : 하류측 개수농도 (개/ml)

C_i : 상류측 개수농도 (개/ml)

(4) 입자정정화 능력시험(표준사용면적)

1) 시험방법

시험챔버는 그림 4에 도시된 바와 같이 $29.5 \pm 1 \text{ m}^3$ 의 체적을 가진 직육면체(정육면체도 가능) 형상으로 내부는 무정전 패널로 제작되어야 하며 시험 챔버에는 배경농도를 만족하는 공기를 공급할 수 있는 고성능(HEPA급 이상)필터, 조절밸브가 연결된 유입구와 실내과잉공기를 자동으로 배출할 수 있는 댐퍼가 연결된 배출구를 설치해야 한다. 시험체의 설치 위치는 제품의 취급설명서에 기재된 위치로 한다. 단, 기재되지 않은 경우는 탁상형과 탁상/벽걸이 겸용형은 벽면에 인접하고, 바닥에서 약 70 cm 높이의 탁자 위에 설치한다. 바닥설치 전용형은 벽면에 접한 바닥위에 설치하고 벽걸이 전용형은 제품의 아래면이 바닥면에서 180 cm가 되도록 설치하며 시험체를 2 대 이상 설치할 경우에는 챔버 중심에 대해 각 시험체가 대칭이 되도록 설치한다.

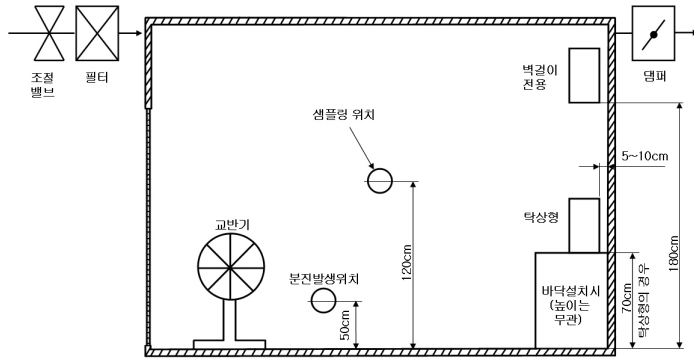


그림 4. 입자청정화능력시험 챔버 및 단면도

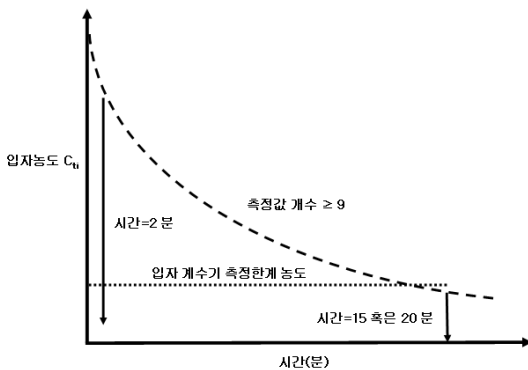


그림 5. 운전감소 입자농도곡선

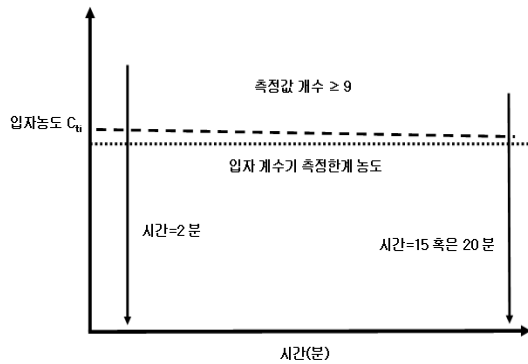


그림 6. 자연감소 입자농도곡선

배경입자농도는 입자크기가 $0.3 \mu\text{m}$ 인 입자에 대해 $3 \times 10^6 \text{ 개}/\text{m}^3$ 이하가 되도록 하고 측정 시 시험 챔버 내의 초기 입자농도는 $108 \sim 1010 \text{ 개}/\text{m}^3$ 이어야 한다. 시험체의 설치대수는 시험체의 정격풍량에 따라 결정한다.

입자발생장치를 가지고 시험입자를 발생시키면서 동시에 선풍기 등과 같은 교반기로 충분히 교반시키고 입자발생동안 챔버 내의 양압에 의해 자연적으로 과잉공기가 배출되도록 한다. 입자발생 개시부터 시험챔버 내의 입자농도를 연속적으로 측정하면서 시험챔버 내의 입자농도가 시험농도범위에 도달될 때 입자발생을 종료한다. 입자발생 종료

후 $0.3 \mu\text{m}$ 크기의 입자가 포함된 입자채널의 입자농도(그렇지 않은 경우 인접한 입자채널들의 산술평균된 입자농도)가 최대농도점을 통과하여 입자농도가 감소하기 시작하는 시점에서 교반기를 정지시키고 배출구를 닫는다. 입자농도가 감소하기 시작하는 시점에서 공기청정기를 운전시키고 이 시점을 $t = 0$ 으로 한다. 이때의 입자농도를 초기 입자농도로 하고 공기청정기를 운전시키면서 입자크기 $0.3 \mu\text{m}$ 가 포함된 입자채널의 입자농도가 그 채널의 초기 입자농도의 $1/3$ 이 되는 시점까지만 시험을 수행하고 그 시점까지의 운전감소 입자농도곡선을 입자계수기의 모든 입자채널에 대해 각각 구한다.

자연감소 입자농도측정도 입자발생장치를 이용하여 시험입자를 발생시키면서 위의 절차와 동일하게 수행한다.

2) 표준사용면적의 산출

표준사용면적은 공기청정기가 사용되는 위치, 장소, 천정의 높이, 오염의 정도 등의 환경변화에 따라 공기청정도가 크게 다르게 나타나기 때문에 규정하기 어려운 항목이나, 제품구입 시 소비자의 혼란을 방지하기 위하여 일반 사무실을 기준으로 한 표준사용면적으로 결정하여 다음 식으로 산출한다.

$$A = 7.7 \times P$$

A : 표준 사용면적(m²)

P : 미세먼지 제거능력(m³/min)

표준 사용면적 산출에 사용되는 미세먼지 제거 능력은 아래 공식으로 산출한다.

$$P = V(k_e - k_n)$$

P : 미세먼지 제거능력(m³/min)

V : 시험 챔버 체적(m³)

k_e : 운전 감소시 감소 상수(min⁻¹)

k_n : 자연 감소시 감소 상수(min⁻¹)

(5) 유해가스 제거시험

1) 시험방법

시험챔버는 8.0 ± 0.1 m² 의 밀폐용기(유리 또는 아크릴수지계)로 하고, 시험체는 그림 7 과 같이 시험챔버 가운데에 설치하며, 테이블 상치형의 경우에는 바닥에서부터 75 cm 정도 위에 설치한다. 그리고 시험대상 가스분포를 균일하게 하기 위하여 챔버내부에 교반팬을 설치한다.

시험대상 가스측정기는 다음의 검지관식 가스측정기 또는 그 이상의 정확도를 가지는 것을 사용하며 초기가스농도는 일정량의 가스를 주입시키고 난 후 2 ~ 5분 경과 후에 측정하고 시험체를 30분간 정격풍량으로 운전시킨 후 잔류가스의 농도를 측정한다.

2) 유해가스 제거율의 산출

개별 오염성분 i가스의 제거율 η_i(%)의 산출은 다음의 식에 의한다.

$$\eta_i = \left(1 - \frac{C_{i,30}}{C_{i,0}}\right) \times 100$$

C_{i,30} : 운전 30분 후 i 가스의 농도(ppm)

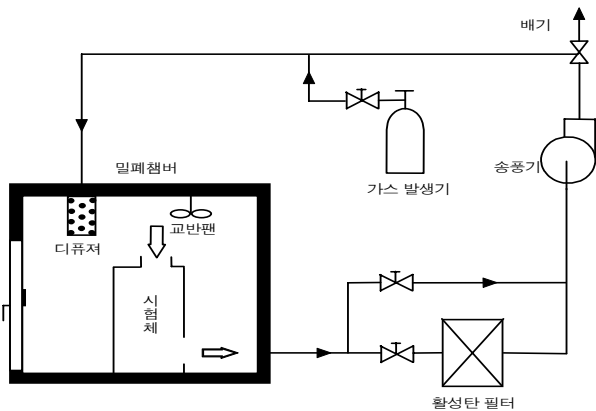


그림 7. 유해가스 제거시험 챔버 및 단면도

표 3. CA 성능평가 인증기준

시 험 항 목	단 위	기 준	비 고
정격풍량	CMM	-	최대운전
미세먼지 제거율	%	80	0.3 μm
미세먼지 제거능력	m³/min	-	0.3 μm
오존발생농도	ppm	0.03 이하	-
유해가스 제거율	%	60	최대운전
소음	dB	- 5 CMM 이하: 45dB이하 - 5 ~ 10 CMM : 50 dB이하 - 10 ~ 20 CMM : 55 dB이하 - 20 CMM 초과 : 60dB이하	최대운전

$C_{i,0}$: 운전 전 초기 i 가스의 농도(ppm)

시험체의 공기 토출구 50 mm 지점의 공기를 약 1 L/min 으로 흡입하면서 24 시간동안 농도를 계측하여, 그 값을 오존발생농도로 한다.

공기청정기의 유해가스 제거율은 다음의 식으로 산출한다.

$$\eta_T = \frac{\eta_1 + 2\eta_2 + \eta_3 + \eta_4}{5}$$

여기서, η_T : 유해가스 제거율(%)

η_1 : 암모니아 제거율(%)

η_2 : 아세트알데히드 제거율(%)

η_3 : 톨루엔 제거율(%)

η_4 : 폼알데하이드 제거율(%)

(6) 오존발생량시험

온도 $23 \pm 5^\circ\text{C}$, 상대습도 $55 \pm 15\%$ 의 조건에서

2.5 성능평가 인증기준

CA 인증은 소비자들에게 신뢰성 있는 실내공기 청정기를 제공하기 위하여 실내공기 청정기의 중요한 제품성능인 집진효율, 탈취효율, 소음, 표준사용면적, 오존발생농도를 실내공기청정기 단체표준에 맞게 인증시험기관에서 엄격히 시험한 후 통과된 제품에게만 부여하는 마크로서 성능평가 인증 기준은 표 3에 제시된 바와 같다.

2.6 인증현황 및 사후관리

(1) 인증현황

협회에 실내용공기청정기 제품에 대한 인증실시

표 4. 인증제품 현황

구 분	년도	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	업체수		18개	20개	21개	15개	14개	13개
인증수		33개	36개	52개	24개	31개	32개	23개

표 5. 사후관리 현황

항목		년도						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
사후관리	적합	5개	7개	10개	10개	8개	8개	6개
	부적합	5개	7개	4개	2개	1개	-	-
합계		10품목	14품목	14품목	12품목	9품목	8품목	6품목

는 2003년부터 시작하여 2009년까지 표 4에 보이는 바와 같이 총 231개 제품에 대하여 인증을 발급하였다. 매년 꾸준히 인증이 실시되고 있는 것을 볼 수 있다.

(2) 사후관리

인증받은 제품이 생산, 판매 등 유통되면서 품질 유지 및 불량제품 유통근절을 통한 소비자의 신뢰성을 높이고자 공기청정기의 성능(인증받을 시의 성능과 유통 시 성능을 비교 검사) 및 제품 표시를 위반한 제품에 대하여 시정명령을 요구하는 제도다. 협회에서는 매년 전년도에 인증받은 제품 중 사후관리 운영규정에 따라 심의위원회에서 사후관리 제품을 결정한다. 표 5는 현재까지의 사후관리 현황을 보인다.

3. 향후 추진방향

공기청정기는 현대 인간생활과 밀접하며 산업 및 문화의 발달에 따라 점차적으로 수요가 증가되고 있다. 공기청정기는 일반 실내, 사무실 및 지하상가, 지하철 역사 등의 적용에 따라 크기와 방식이 다양하며, 이러한 다양한 종류의 공기청정장치에 대한 체계적인 평가를 할 수 있는 시험방법 확립 및 인증은 소비자들에게 정확한 성능 평가 자료를 공급하고 공기청정기의 신뢰성 향상으로 이어진다. 하지만 위의 시험방법에서 볼 수 있듯이 요즘 문제 시되고 있는 공기감염 원인물질인 미생물, 세균, 바이러스 등 새로운 규제대상의 실내오염질에 대응하는 성능평가 체계는 아직 미확립 되어 이에 따라 현재 공기청정기 시험방법도 항균이나 미생물 제거능력 시

험방법이 포함된 표준으로 개정이 시급하다.

공기청정기는 실내 공간에 있을 때 연속 동작시키는 가전제품으로 2008년 효율관리기자재에 포함됨으로써 대기 전력값을 1.0 W 이하로 줄이고 표준사용면적당 소비전력을 최소화하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이번 지식경제부고시 제 2010-124호가 공표됨에 따라 공기청정기를 사용할 때의 이산화탄소 배출량을 에너지소비효율등급 라벨에 표시하여 정보가 제공되므로 에너지절약 및 온실가스 배출 저감에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

1. <http://kaca.or.kr> 한국공기청정협회.
2. 공기청정기 청정성능시험방법 국제규격 부합화 연구, 2008 한국공기청정협회.
3. 황선, 공기청정기 시험방법 및 성능평가기준 고찰, 전자재 2009.06.
4. 한국산업표준, KS C 9314(2009) 공기청정기.
5. 지식경제부고시 제2010-124호(2010.6.16), 공기청정기..
6. 일본 전기공업협회 규격, JEM 1467, Air Cleaners, 1995.
7. 일본 산업규격, JIS C 9615, Air Cleaners, 1995
8. AHAM AC-1-2000 (Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Cord-Connected Room Air Cleaner).
9. ANSI/ASHRAE 52.2-1999 (Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removing Efficiency by Particle Size).