

# 실내 공기청정기 인증을 위한 성능시험방법

현재 국내외의 공기청정기의 제품성능 인증을 위한 입자상물질, 탈취 등의 시험방법 및 규격의 동향과 국내 공기청정기 기술에 대하여 고찰하고자 한다.

김 용 진

한국기계연구원 환경기계기술연구부/yjkim@kimm.re.kr

## 서론

최근의 쾌적한 실내공기 유지와 건강보호의 측면에서 실내 공기에 대한 관심의 증가에 따라, 가정, 사무실 및 지하공간 등의 인간의 생활공간에서의 각종 형식의 실내 공기청정기의 설치가 증가되고 있으며, 기존의 냉난방 기능만을 지닌 공기조화기에 공기청정능력을 부여시키는 것이 거의 필수적으로 되고 있다. 그런데, 일반적으로 인간의 생활 공간에서의 오염 분자들은 입경에서도 서브미크론(submicron) 크기로부터 수십 미크론의 분포로 매우 다양하며, 물리적 또는 미생물학적으로도 매우 다른 특성을 가지며, 이들의 특성에 따라 인체에 유해성도 달라진다. 이에 따라 최근의 공기청정기는 단순한 고체입자상의 분진(dust)의 제거 뿐 만이 아니라, 냄새 및 유해가스 등을 포함하는 가스상 또는 미생물의 오염입자들 까지도 효과적으로 제거해야만 하는 고도의 기능이 요구된다.

이러한 공기청정기의 신뢰성 확보를 위하여 성능평가 평가기법의 확립과 성능평가를 위한 표준시험 설비의 구축, 그리고 다양한 형식, 제품의 표준화의 중요성이 매우 크다. 일본, 미국 및 유럽 등의 선진국들에서는 이러한 요구에 대응하여 이미 1980년대부터 필터를 포함하여 공기청정기의 성능평가 기준을 보완하여 현재 입경 0.3  $\mu\text{m}$ 급의 미세먼지를 포함하여 생활 냄새 등의 새로운 오염물질에 대한 제거능력과 성능에 관하여 정립되어지고 있으나, 국내 산업기술 규격에서는 여전히 기존의 비색법에 의한 집진효율

평가와 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 유해가스 제거율에 대한 규격에 의하고 있으며, 그동안 시판되어 온 대부분의 공기청정기의 경우 기준정립 또는 제거성능시험 등에 관하여 제작용체의 자체평가로 이루어지고 있는 실정으로, 성능시험 결과의 신뢰성과 적용면적 등에 대하여 사용자들의 의문을 발생시키는 요인이 되어 왔다.

이에 따라, 최근의 산자부 표준화 사업을 비롯하여 한국공기청정협회에서 산학연의 전문가를 구성하여 국내의 관련 자료조사를 통하여 진보된 기준을 정하였으며, 최근의 공기청정기 성능인증 제도에 활용하고 있으며, 새로운 공기청정기 개발과 적용의 신뢰성 확보와 관련산업의 활성화에 기여하고 있다. 여기서는, 현재 국내외의 공기청정기의 제품성능 인증을 위한 입자상물질, 탈취 등의 시험방법 및 규격의 동향과 국내 공기청정기 기술에 대하여 고찰하고자 한다.

## 입자상물질 포집효율 성능시험법

공기청정기의 입자상물질의 포집효율 성능시험과 관련하여 대표적인 국내의 규격을 살펴보면, 미국의 AHAM(association of home appliance manufacturers)에서 담배연기, 먼지 등에 대하여 CADR(clean air delivery rate)로 평가하는 NSI/AHAM AC-1-2000(method for measuring performance of portable household electric cord-connected room air cleaner) 규격과 일본공기청정협회의 JACA No.36-2000(업무용 분연기성능시험방법지침)에서 규정하는 0.3  $\mu\text{m}$  입자에 대한 집진효율 및 청정도, 그리고 한국산업규

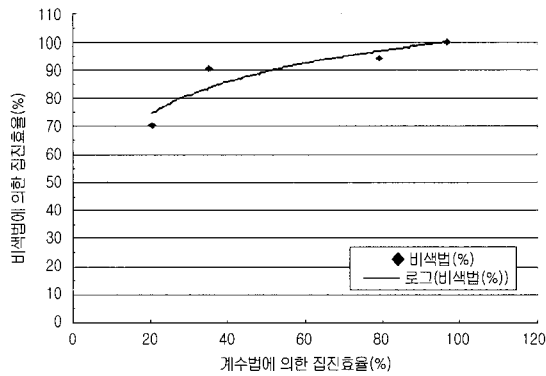


격 KS C 9314-2002(공기청정기)에서 규정하는 비색법 시험법과 한국공기청정협회 규격 KACA-1998(실내용 공기청정기) 성능시험에서는 집진성능 평가에 대하여 0.3  $\mu\text{m}$  KCl 입자에 대한 계수법 집진효율을 평가하고, 체적 30m<sup>3</sup> 챔버에 대한 청정화 능력 및 적용면적을 평가하고 있는데, 세계적인 추이로 볼 때 미세입자에 대한 계수법에 의한 집진성능 평가로 전환되고 있는 실정이다.

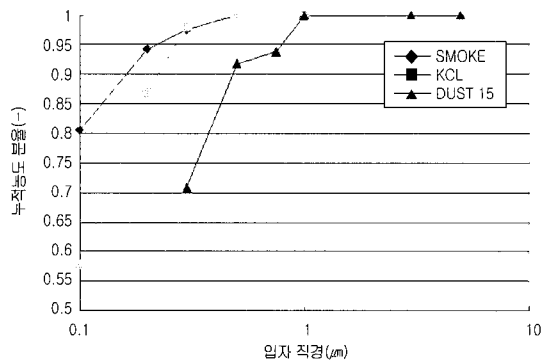
그림 1은 0.3  $\mu\text{m}$  KCl 입자의 계수법 포집효율과 DUST 11종에 의한 KS 비색법에 의한 포집효율의 비교 시험 결과를 나타내었는데, 그림에서 보는바와 같이, 계수법의 20%는 비색법 70%를 상회함을 알 수 있으며, 계수법 80% 이상은 비색법으로 거의 100% 포집효율을 갖는다는 것을 알 수 있다. 현재 KS C 9314 규격에서는 비색법에 의하여 70~85% 이상으로 공기청정기를 규정하고 있는데, 이는 인체에 유해

하다고 알려져 있는 입경 0.3  $\mu\text{m}$  입자에 대하여는 20~50% 이하의 낮은 포집효율을 갖는 범위에 있다는 것을 알 수 있다. 따라서, 향후 공기청정기의 고효율화, 특히 미세먼지 영역에서 고성능화를 보다 더 정량적으로 평가하고, 공기청정장치 기술 발전을 이루기 위하여는 비색법에 의하기 보다는 계수법에 의한 평가로 점진적인 변화가 요망된다. 국내 시판되는 실제적인 공기청정기의 경우에서도, 표 1에서 보는바와 같이 거의 대부분이 0.3  $\mu\text{m}$  입자에 대하여 70% 이상을 가지는 높은 집진효율을 나타내며, 이는 비색법으로 시험 할 경우 90% 이상으로 매우 높은 성능을 가진다는 것을 알 수 있다.

그림 2는 실내오염의 대표적인 담배연기와 일반 분진을 대표하는 DUST 15종 및 한국공기청정협회 규격시험에서의 KCl 시험입자의 입경분포를 나타낸다. 그림에서 보는바와 같이, 입자개수 농도에서 볼 때, 담배연기는 80% 이상이 0.1  $\mu\text{m}$  이하로 매우 작은 입경분포를 가지며, 일반 DUST는 비교적 큰 입경분포를 가지고 있으나, 거의 대부분이 1  $\mu\text{m}$  이하이다. 한국공기청정협회 규격에서 규정하는 KCl 입자는



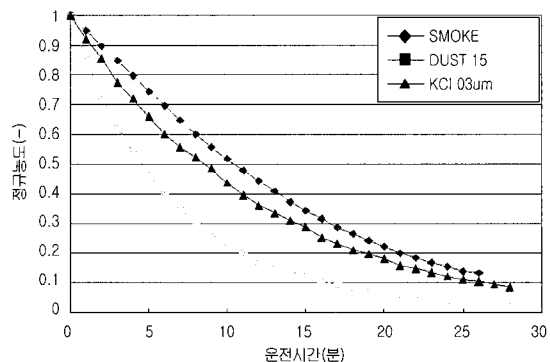
[그림 1] KCl 0.3 $\mu\text{m}$  계수법과 KS 비색법 포집효율 비교 시험 결과



[그림 2] 시험 입자별 입경분포

<표 1> 계수법 집진효율 측정결과

상용 공기 청정기 모델	입경별 집진효율(%)				
	0.1( $\mu\text{m}$ )	0.2 $\mu\text{m}$	0.3 $\mu\text{m}$	0.5 $\mu\text{m}$	1.0 $\mu\text{m}$
모델 1	75.5	80.3	88.3	91.2	95.8
모델 2	73.9	76.3	82.4	84.2	85.7
모델 3	76.5	78.8	86.0	87.3	87.1
모델 4	67.1	70.2	72.5	77.7	78.3
모델 5	52.5	59.6	70.8	71.4	47.5
모델 6	94.6	96.1	97.6	98.3	97.6
모델 7	75.4	82.0	88.7	90.6	87.1



[그림 3] 각 규격 입자에 대한 시험 챔버내 운전감소율

AHAM 규격의 담배연기와 DUST 입자의 사이에 위치하는 비교적 작은 입경분포를 가지는 것을 볼 수 있다. 그림 3은 미국의 AHAM 규격에서의 담배연기와 DUST 15종에 대하여 체적 30m<sup>3</sup> 시험 챔버내에서의 운전감소율과 동일조건에서의 한국공기청정협회 규격인 KCI 0.3 μm 입자에 대한 운전감소율의 비교를 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이, 한국공기청정협회 규격의 KCI 0.3 μm 입자의 운전감소율은 담배연기와 DUST 감소율의 사이의 값을 나타내는 것을 볼 수 있는데, 이로부터 알 수 있는 것은 한국공기청정협회 규격에서의 적용면적은 담배연기 입자에 비하여는 근접하거나 비교적으로 높게 나타나며, 황사를 포함하는 일반 분진입자에 비하여는 상대적으로 낮은 적용면적의 값을 가진다는 것을 알 수 있으나, 이러한 복합적인 실내 분진을 대표하는 평균적인 특성치를 가진다는 것을 유추할 수 있다.

### 입자상 물질 청정화 능력 시험법 및 적용면적 산출방법

공기청정기를 실내에서 설치하였을 경우, 청정기의 방식에 따라 실내의 시간당 오염물질의 정화능력인 청정화 능력은 각각 다를 수가 있으며, 이는 공기청정기의 실제적인 적용에서 매우 중요하다. 이에 대한 성능평가를 위하여 미국 AHAM (association of home appliance manufacturers)의 ANSI/ AHAM AC-1-2000 (method for measuring performance of portable household electric cord-connected room air cleaner) 규격에서 규정하는 CADR (clean air delivery rate)과 일본 JACA No.36-2000 (업무용 분연기 성능시험방법 지침)에서 규정하는 청정화 능력 시험 등이 있으며, 최근에 국내에서도 KCI 입자를 이용하는 한국공기청정협회 규격 KACA-1998-01에서 규정하고 있으며, 이들에서 시험 챔버(chamber)는 40±10m<sup>3</sup>의 체적을 가진 직육면체(정육면체도 가능) 형상을 가지는 것으로 하며, 시험 챔버 내부는 무정전 패넌로 제작되는 것을 권고하고 있다. 시험에 사용되는 장치는 시험 챔버, 시험대상 입자를 발생시키기 위한 발생기 및 KCI 입자발생기, 청정 압축공기를 공급하는 청정공기 공급시스템, 그리고 입경별 농도를 측정하는 입자계수기로 구성된다. 한국기계연구

원에서 보유하고 있는 시험 챔버는 가로 4m, 세로 3m, 높이 2.5m의 직육면체로 용적이 30m<sup>3</sup>(1,060ft<sup>3</sup>) 이고, 챔버 내의 일정한 배경농도를 만족시키기 위한 청정공기를 공급할 수 있는 고성능의 HEPA 필터가 설치되어 있으며, 실내 과잉공기를 자동으로 배출할 수 있는 댐퍼와 습도조절을 위하여 가습할 수 있는 덕트가 설치되어 있다.

이상의 시험 챔버로부터, 분진청정화 능력은, 운전감소 입자농도와 자연감소 입자농도를 측정하여 산출한다. 운전감소 입자농도측정은 먼저, 시험챔버내의 입자농도를 연속적으로 측정하면서 시험챔버내의 입자농도가 지정된 시험농도범위에 도달할 때 입자발생을 종료하고, 종료 후 0.3 μm 크기의 입자가 포함된 입자크기채널의 입자농도(그렇지 않은 경우 인접한 입자크기채널들의 산술평균된 입자농도)가 최대농도점을 통과하고 입자농도가 감소하기 시작하는 시점에서 교반기를 정지시키고 배출구를 닫는다. 그리고, 입자농도가 감소하기 시작하는 시점에서 공기청정기를 운전시키고 이 시점을 t=0으로 한다. 이때의 공기청정기를 운전시키면서 입자크기 0.3 μm 가 포함된 입자크기채널의 입자농도가 그 채널의 초기 입자농도의 1/3이 되는 시점까지만 시험을 수행하고 그 시점까지의 운전감소 입자농도곡선을 입자계수기의 모든 입자크기채널에 대해 각각 구한다. 이때, 샘플링 시간은 20초로 지정하고 운전감소 입자농도 곡선상에는 적어도 10개 이상의 측정점이 표시될 수 있도록 한다. 단, 운전감소 입자농도측정 총 시험시간이 30분 미만인 경우는 측정점이 5개 이상이면 된다. 측정값은 샘플링 개시시간에 표시한다.

다음으로, 자연감소 입자농도측정을 수행하는데, 앞에서와 같은 방법으로 입자농도측정 직전에 시험 챔버내의 공기를 동일하게 처리한 후, 절차에 따라 시험입자를 발생시키면서, 입자농도가 감소하기 시작하는 시점을 t=0으로 하고 이 시점에서의 입자농도를 초기농도로 한다. 이때도 초기 입자농도는 규정된 입자농도범위에 있어야 한다. 자연감소측정에서는 공기청정기를 운전시키지 않고 30분간의 자연감소 입자농도곡선을 입자계수기의 모든 입자크기채널에 대해 각각 산출한다. 단, 앞의 운전감소 입자농도측정 시험시간이 30분을 초과했을 경우에는 운전감소 입자농도측정 시험시간동안의 자연감소 입자농도곡



선을 산출하며, 샘플링은 앞에서 수행한 절차와 동일하게 수행하여 측정값을 구한다.

이상으로부터 시험체의 분진 청정화 능력은 다음의 공식으로 산출한다.

$$P = \frac{V}{Nt} \left( \ln \frac{C_{i2}}{C_{i1}} - \ln \frac{C_{t1}}{C_{t2}} \right) \quad (1)$$

여기서, P : 분진청정화 능력 (m<sup>3</sup>/min), V : 시험챔버 체적 (m<sup>3</sup>), t : 운전감소시의 측정시간(min)이며,

C<sub>i1</sub> : 자연감소시 측정개시점 t=0에서의 입자농도 (개/cm<sup>3</sup>)

C<sub>i2</sub> : 운전감소시 측정개시점 t=0에서의 입자농도 (개/cm<sup>3</sup>)

C<sub>t1</sub> : 자연감소시 측정시간 t 분에서의 입자농도 (개/cm<sup>3</sup>)

C<sub>t2</sub> : 운전감소시 측정시간 t 분에서의 입자농도 (개/cm<sup>3</sup>)

N : 시험체 대수 이다.

그리고 공기청정기의 표준 적용 면적은 공기청정기 가 사용되는 위치, 장소, 천정의 높이, 오염의 정도 등의 환경변화에 따라 공기청정도가 크게 다르게 나타나기 때문에 규정하기 어려운 항목이나, 제품구입시 소비자의 혼란을 방지하기 위하여 일반 사무실을 기준으로 한 표준 사용 면적으로 결정하여, 다음 식으로 산출한다. 일반적으로 순환형 공기청정기기의 운전개시 후의 실내 분진농도의 변화는 다음 식으로 나타내어진다.

$$VdC/dt = (1-\eta)(C_0Q_F + CQ_R) + M - C(Q_F + Q_R) \quad (2)$$

이 미분방정식을 풀면

$$C = \left\{ (1-\eta)C_0Q_F + M \right\} / (Q_F + \eta Q_R) + \left[ C' - \left\{ (1-\eta)C_0Q_F + M \right\} / (Q_F + \eta Q_R) \right] \exp \left\{ -(Q_F + \eta Q_R)t / V \right\} \quad (3)$$

여기서,

C : 운전 개시 t 분 후의 실내 분진농도 (mg/m<sup>3</sup>)

C' : 운전 개시 직전의 실내 분진농도 (mg/m<sup>3</sup>)

C<sub>0</sub> : 외기 분진농도 (mg/m<sup>3</sup>)

Q<sub>F</sub> : 외기 취입량 (m<sup>3</sup>/min)

Q<sub>R</sub> : 처리풍량 (m<sup>3</sup>/min)

M : 실내 오염 발생량 (mg/m<sup>3</sup>)

η : 집진효율

V : 실용적 (m<sup>3</sup>)

t : 운전 개시 후의 시간 (min)

따라서, 본 청정화 능력 시험에서와 같이 외기 취입량과 실내오염 발생량이 없을 경우, 식(3)은 다음과 같다.

$$\frac{C}{C_0} = \exp \left( - \frac{P + Q_F}{V} t \right) \quad (4)$$

공기청정기의 적용 면적은 1시간당 1회의 자연환기 조건에서 공기청정기를 10분 동안 가동시켜 실내 입자농도를 초기 입자농도의 50%로 낮출 수 있는 방의 크기를 기준으로 한 것이고, 이 때 천장 높이는 2.4m를 기준으로 한다.

이 때, 식 (4)에서  $\frac{C}{C_0} = 0.5$ , t=10, 자연환기율

$Q_F = \frac{V}{60}$  를 대입하여 정리하면,

$$\frac{P}{V} = 0.05265 \quad (5)$$

V=2.4A를 대입하여 정리하면

$$A = 7.914 \times P \quad (m^2) \quad (6)$$

평형으로 환산하기 위해 환산인수 3.3m<sup>2</sup>/평을 나누면 최종적으로 다음의 식을 얻는다.

$$A = 2.398 \times P \quad (7)$$

여기서, A : 적용면적(평) 이다.

기존의 KS규격에서의 적용면적의 평수는 풍량과 비색법 집진효율 값 및 계수 2.4의 3가지의 곱에 의하여 산출되는데, 이상의 한국공기청정협회 규격에서의 적용면적은 챔버에서의 농도 감소율의 측정에 의하여 산출된다. 따라서, KS 적용면적은 한국공기청정협회 규격의 적용면적에 비하여 상당히 높은 값을 나타낸다고 할 수 있다. 그리고 KS 규격의 적용면적은 유동 흡입구, 토출구의 형상에 무관하게 정해지며, 한국공기청정협회 규격에서의 적용면적은 공기청정기의 흡배기구의 기하학적 형상 및 위치 등의 설계, 제작에 따라 달라질 수 있는 보다 실용적인 측면이 강하다고 할 수 있다.

### 탈취효율 성능시험법 고찰

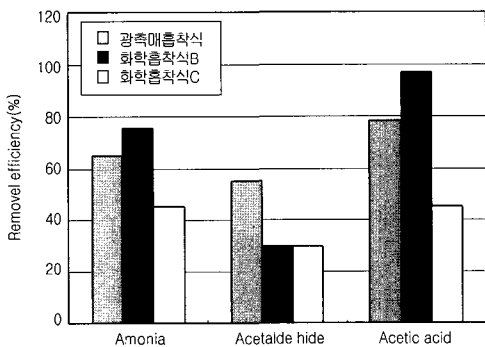
공기청정기의 또하나의 중요한 특성인 생활취기에

대한 탈취성능에 대한 시험법은 국외적으로 일본전기공업협회 규격인 JEM 1467-1995 (가정용 공기청정기) 시험법과 일본공기청정협회 JACA No.36-2000 등에서 규정하고 있으며, 한국공기청정협회 규격 KACA-1998의 시험법에서는 이를 토대로 하여 규격을 보완하여 성능인증시험을 수행하고 있다. 이들 규격에서의 가장 큰 차이는 시험챔버의 크기와 취기 투입방법인데, JEM 1467-1995의 챔버는 가로 1.0m, 세로 1.0m, 높이 1.0m의 정육면체로 용적 1.0m<sup>3</sup> 크기로, 챔버 내부에는 다섯 개의 담배를 6~8분 동안 동시에 연소시킬 수 있는 담배흡연기와 담배연기를 챔버 내부에 고르게 분포하도록 교반시키는 팬이 설치된다. 그리고, 한국공기청정협회 규격 탈취 시험 챔버는 가로 1.4m, 세로 1.4m, 높이 2.0m의 직육면체로 용적이 4.1m<sup>3</sup>이고, 챔버 내의 공기를 배출할 수 있는 팬이 설치되어 있으며, 시험용 가스를 각각 공급하는 가스 공급기와 습도조절을 위하여 가습할 수 있는 덕트가 설치된다. 탈취효율 시험에서 시험용 가스는 일본과 한국공기청정협회 모두 실내의 대표적인 3대 생활취로 분류되는 암모니아, 아세트알데히드 및 초산에 대하여 시험한다.

탈취효율의 산출에서는, 먼저 각 오염성분 i 가스의

<표 2> 한국공기청정협회 규격 탈취 성능시험 결과

	암모니아	아세트알데히드	초산	탈취효율(%)
광촉매흡착식	65.0	55.0	78.3	63.3
화학흡착식 B	75.5	30.0	96.7	58.0
화학흡착식 C	45.0	30.0	45.0	37.5



[그림 4] 한국공기청정협회 규격 탈취성능시험 결과

제거율  $\eta_i$ (%)의 산출을 다음의 식에 의한다.

$$\eta_i = \left(1 - \frac{C_{i,30}}{C_{i,0}}\right) \times 100 \quad (8)$$

여기서,

$C_{i,30}$ : 운전 30분 후 i 가스의 농도(ppm)

$C_{i,0}$ : 운전 전 초기 i 가스의 농도(ppm)

그리고, 이들의 값으로부터 시험체 공기청정기의 탈취효율은 다음의 식으로 산출한다.

$$\eta_T = \frac{\eta_1 + 2\eta_2 + \eta_3}{4} \quad (9)$$

여기서,  $\eta_T$ : 탈취효율(%)

$\eta_1$ : 암모니아제거율(%)

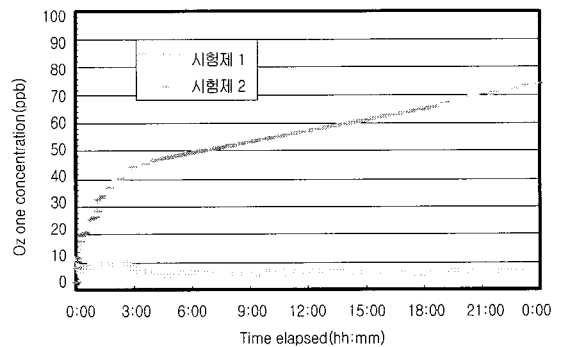
$\eta_2$ : 아세트알데히드제거율(%)

$\eta_3$ : 초산제거율(%)

국내의 시판되는 몇 개의 공기청정기에 대하여 한국공기청정협회 규격에 의한 탈취효율의 시험 결과를 표 2와 그림 4에 나타내었다. 표와 그림에서 보면 여러 가지 가스제거 방식에 대하여 초산의 제거율이 가장 높게 나타났으며, 아세트알데히드의 제거율이 상대적으로 낮게 나타남을 볼 수 있다.

### 오존발생량 시험법

최근의 정전, UV 광촉매 및 플라즈마, 클러스터 반응에 의한 공기청정기의 개발에 따라 인체에 유해한 오존발생에 대한 관심이 높아지고 있다. 공기청정기의 오존발생농도 시험은 미국의 UL 867-1997 (electrostatic air cleaner)의 시험규격에 의하여 시험챔버법을 이용하



[그림 5] 시간별 오존발생 농도변화(30m<sup>3</sup>챔버)



여 시험하는 것을 원칙으로 하며, 시험체의 집진시험 및 탈취시험을 실시하기 전에 수행한다.

공기청정기의 청정화 능력시험 챔버인 30m<sup>3</sup> 시험 챔버에서 시험체인 공기청정기를 바닥면으로부터 높이 1.0m 위치에 지지대를 이용하여 설치하였으며, 시험체의 측면으로부터 1.0m 거리에 바닥으로부터 높이가 1.0m 인 지점에 오존계측기를 설치하여 시험체 배출구 후단 50mm 지점에서 샘플링하여 측정하며, 인증을 위한 규정농도는 24시간 작동시켰을 경우, 50ppb를 초과하지 않는 것으로 하고 있다.

대표적으로 측정한 결과를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 초기 약 3시간 동안은 오존 농도가 급격히 증가하다가, 3시간 이후부터는 상대적으로 완만한 증가를 보이며, 시험체 1은 약 6시간 이후부터는 50ppb를 초과하며, 시험체 2는 24시간동안 10ppb이하의 낮은 발생 농도를 보이고 있다.

### 결론

이상으로부터, 현재 국내에서도 한국공기청정협회의 단체규격에서도 선진국과 대등한 KCl 0.3 μm 미세 입자에 대한 평가를 수행하고 있으며, 이는 미국이나 일본의 규격과 대등한 효과를 가져오는 실내 입자상 분진을 대표하는 평균적인 특성치를 가진다는 것을 볼 수 있었다. 그리고, 생활취기에 대한 탈취효율의 평가법에서도 기존의 일본규격에 비하여 체계적이고 타당성 있는 규격을 시행하고 있으며, 실내 공기청정기의 작동시 인체 유해성과 관련하여 오존발생량 등의 기준을 설정하여 평가하고 있다.

향후 공기청정기는 인간생활과 밀접하며 산업 및 문화의 발달에 따라 점차적으로 수요가 증가될 것이다. 공기청정기는 일반 실내, 사무실 및 지하상가, 지하철 역사 등의 적용에 따라 크기와 방식이 다양하며, 이러한 다양한 종류의 공기청정장치에 대한 체계적인 평가를 할 수 있는 시험규정의 확립과 성능인증

이 중요할 것으로 사료된다. 또한, 이러한 공기청정기의 제품별 설치 및 적용에 대한 기준 정립은 물론, 미세먼지(PM2.5)와 가스상의 물질 뿐만 아니라, 실내 VOC, 미생물, 라돈, 포름알데히드 등의 새로운 규제대상의 실내오염물질에 대응하는 성능평가 체계의 확립이 중요할 것으로 예상된다. 이를 통하여 공기청정기의 향후 개발방향을 제시하고 생산 업체의 제작공정의 표준화를 유도함은 물론 공기청정기 소비자에 대한 장치의 신뢰성 향상으로 국내 소비 증대 및 관련 산업의 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌(References)

1. G.B. Leslie and F.W. Lunau, "INDOOR AIR POLLUTION: Problems and Priorities", Cambridge University Press, 1992.
2. INDOOR AIR 2002, Proceedings of 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Monterey, California, June 30-July 5, 2002.
3. KACA-1998 (한국공기청정협회 규격, 실내용 공기청정기).
4. JEM 1467-1995 (일본 전기공업협회 규격, 家庭用 空氣清淨器. 2000년 개정)
5. KS C 9314-2002 (공기청정기, 2002년 2월 28일 개정)
6. AHAM AC-1-2000 (Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Cord- Connected Room Air Cleaner).
7. ANSI/ASHRAE Standard 52.2-1999 (Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size)
8. JACA No.36-2000(業務用 分煙器機性能試驗方法 指針)