

# 공기청정기와 가습기의 소음특성

## Noise Characteristics of Air Cleaners and Humidifiers

김 용 희\* · 박 지 훈†  
Yong Hee Kim and Ji Hoon Park

(Received September 7, 2015 ; Revised November 17, 2015 ; Accepted January 12, 2016)

**Key Words** : Noise(소음), Air Cleaner(공기청정기), Humidifier(가습기)

### ABSTRACT

This study investigated noise characteristics of air cleaners and humidifiers in terms of frequency domains and measurement directions. Noise levels of 31 air cleaners and 36 humidifiers were measured in an anechoic chamber according to the related group standards. As for air cleaners, 5 receiving points of 1 m off from front, rear, left, right and top surfaces of the product were considered. In case of humidifiers, 4 receiving points without the rear position were considered in the same manner as air cleaners. In each case, A-weighted equivalent continuous sound level was measured three times for 1 min. As a results, most of the measured air cleaners and humidifiers showed the highest noise levels at top directions due to the air ventilating location. In case of air cleaners, averaged noise levels of top and rear positions were 49.9 and 48.2 dB(A), respectively, whereas averaged noise level of other positions was all 45.2 dB(A). In case of humidifiers, averaged noise level of top position was 44.1 dB(A) whereas averaged noise levels of other positions were 38.7 to 39.1 dB(A). In addition, high frequency content of 1 kHz and 3.15 kHz to 4 kHz for air cleaners and middle frequency content of 500 Hz to 1.6 kHz for humidifiers showed significant contribution to determination of overall noise levels with correlation coefficient of 0.9 and above.

### 1. 서 론

최근 황사와 미세먼지의 증가에 따라 가정에서도 실내공기질 향상을 위해 공기청정기의 수요가 급증하고 있고, 동절기 적절한 수분공급을 위해 가습기 역시 광범위하게 사용되고 있다. 공기청정기와 가습기 모두 자연환기 없이 폐쇄된 가정환경에서 상시 가동되기 때문에 거주자는 이들 기기의 작동소음에 상시 노출되는 실정이다.

그러나 공기청정기의 유동소음 해석이나 음질모델에 대한 연구<sup>(1-3)</sup>만 8~9년전 수행되었을 뿐, 현재 유통되는 가정용 공기청정기와 가습기의 소음특성은 거의 연구되지 않았다. 특히 제품의 성능기준 및 평가방법에 대한 KS는 공기청정기만 KS C 9314<sup>(4)</sup>로 유지되고 있을 뿐, 가습기의 경우 기존 KS C 9320<sup>(5)</sup>이 2002년 폐지되어 현재 관련 단체표준<sup>(6,7)</sup>에 의해 주로 평가되고 있는 상황이다.

이 연구에서는 공기청정기와 가습기의 소음측정에 적용되는 관련 단체표준의 측정방법에 대해 설명

† Corresponding Author ; Member, Korea Conformity Laboratories  
E-mail : pjh52@kcl.re.kr

\* Member, Korea Conformity Laboratories

# A part of this paper was presented at the KSNVE 2015 Annual Spring Conference

‡ Recommended by Editor Hyung-Jo Jung

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

하였고, 이에 따라 측정된 공기청정기와 가습기의 소음특성에 대해 주파수 특성과 측정지점에 따라 분석하였다.

## 2. 공기청정기

### 2.1 측정방법

공기청정기의 소음 측정방법은 한국공기청정협회의 단체표준인 SPS-KACA002-132<sup>6)</sup>의 11.17항에 규정되어 있다. 측정지점은 Fig. 1과 같이 공기청정기 제품표면 중앙에서 전면, 후면, 좌측, 우측 및 상방 1 m 이격된 5지점이며, 측정시간에 대한 규정없이 청감보정회로 A특성을 적용하여 측정한다. 공기청정기의 작동소음은 일정한 회전수의 웬 작동에 의한 정상소음 특성을 보이기 때문에, 등가소음레벨로 측정할 필요가 있다. 한편, 작동단계에 따라 소음도가 달라지기 때문에 최대풍량을 정격풍량으로 설정하고 있다. 또한, 측정점이 취출구에 직접적으로 노출되어 있는 경우 바람의 영향을 받지 않도록 윈드 실드 등을 적용하여 측정하여야 한다.

한편, 측정환경조건은 KS C 9314에만 규정되어 있고, 작동소음과 배경소음간의 차이가 8 dB(A) 이상이거나 무향실일 것을 요구하고 있다. 공기청정기의 종합적인 소음 성능은 5지점의 평균값으로 표시한다. 한편, KS C 9314에서는 정면, 좌측면, 우측면 및 상측면의 4지점만을 측정지점으로 고려하고 있다.

### 2.2 측정대상

현재 시중에 판매되거나 개발 중인 31종의 가정용 공기청정기에 대해 무향실(배경소음 11 dB(A), 내부치수 : 너비 8.2 m × 길이 7.0 m × 높이 6.5 m, 대전시 유성구 소재)에서 SPS-KACA002-132에 따라 소음도를 측정하였다. 각각 공기청정기 모델에 대해 5대의 소음계(01dB Solo Black 4대, 01dB Duo 1대, 음향교정기 01dB Cal-02)를 이용하여 Fast의 동특성으로 A특성을 가중하고, 1분간 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

### 2.3 측정결과

Fig. 2는 공기청정기 소음도 측정결과를 나타낸다. 전, 후, 좌, 우, 상의 5개 방향에서 측정된 소음도는

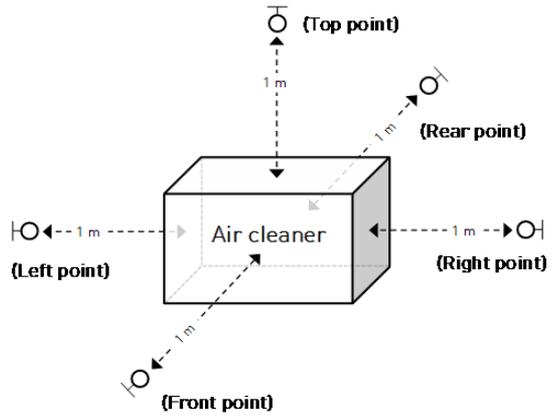


Fig. 1 Measurement points for air cleaners

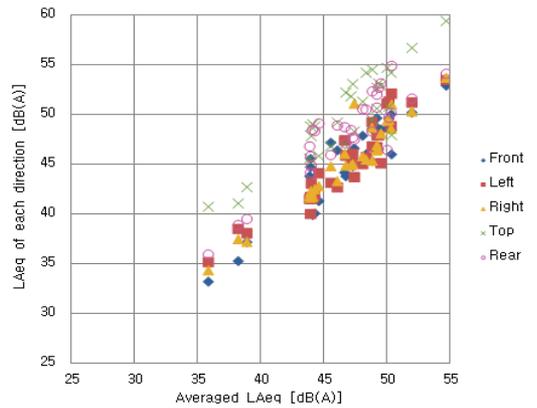


Fig. 2 Noise levels of the air cleaners by measurement directions as a function of the averaged noise level

5개 지점의 평균값에 따라 표시하였다. 측정에 사용된 공기청정기의 소음도는 최소 35.9 dB(A)에서 최대 54.7 dB(A)로 나타났고, 평균 소음도는 46.7 dB(A)로 나타났다. 전면 및 좌/우 측면의 평균 소음도는 45.2 dB(A)로 동일하게 나타났고, 후면은 48.2 dB(A), 상측면은 49.9 dB(A)로 가장 높게 나타났다.

이것은 대부분의 공기청정기 송풍구가 상측면 및 후면에 배치되어 있기 때문에 해당 방향의 소음도가 높게 측정되었다.

각 측정지점에서의 소음도 모두는 전체 소음도와 유의한 상관관계를 보였으나 가장 높은 소음도를 보인 상측면에서의 소음도가 오히려 가장 낮은 상관계수를 보이고(R = 0.89), 다른 지점에서는 모두

0.9이상의 높은 상관계수를 보였다. 특히 우측면에서의 측정값과 전체 소음도는 0.95의 가장 높은 상관계수를 보였다. 또한, 측정지점에 따라서 모델별로 최소 1.2 dB(A)에서 최대 9.2 dB(A)의 최대편차를 보였으나 측정지점별 편차는 전체 소음도와 통계적으로 유의한 관계를 보이지는 않았다( $R = -0.03$ ).

### 3. 가습기

#### 3.1 측정방법

가습기의 소음 측정방법은 한국설비기술협회와 한국공기청정협회의 공동 단체표준인 KARSE B0050<sup>(7)</sup>의 9.2.4항에 규정되어 있다. 측정지점은 Fig. 3과 같이 KS C 9314와 동일하게 가습기 제품표면 중앙에서 정면, 좌측면, 우측면 및 상측면 방향으로 1 m 이격된 4지점이며, 측정시간에 대한 규정 없이 청감보정회로 A특성을 적용하여 측정한다. 공기청정기와 다르게 후면의 소음도는 측정하지 않으며, 측정조건으로 가습탱크에 물을 채우고 정격 전압 하에서 최고 속도 모드로 작동시킨다. 측정 환경조건에 대한 규정은 KS C 9314와 동일하게, 작동소음과 배경소음간의 차이가 8 dB(A) 이상이거나 무향실일 것을 요구하고 있다.

#### 3.2 측정대상

현재 시중에 판매되거나 개발 중인 36종의 가정용 가습기에 대해 공기청정기 측정시와 동일한 무향실에서 KARSE B 0050에 따라 소음도를 측정하였다. 각각 가습기 모델에 대해 4대의 소음계(01dB Solo Black 4대, 음향교정기 01dB Cal-02)를 이용하여 Fast의 동특성으로 A특성을 가중하고, 1분간 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

#### 3.3 측정결과

Fig. 4는 가습기 소음도 측정결과를 나타낸다. 전, 후, 좌, 우의 4개 방향에서 측정된 소음도는 4개 지점의 평균값에 따라 표시하였다. 측정에 사용된 가습기의 소음도는 최소 26.0 dB(A)에서 최대 51.5 dB(A)로 공기청정기보다 더 넓게 나타났고, 평균 소음도는 40.2 dB(A)로 공기청정기보다 더 낮게 나타났다. 좌/우 측면의 평균 소음도는 39.1 dB(A)로

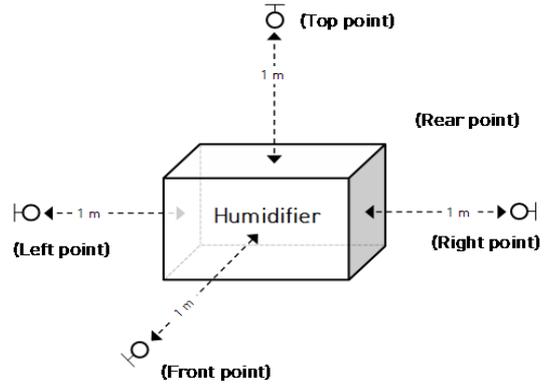


Fig. 3 Measurement points for humidifiers

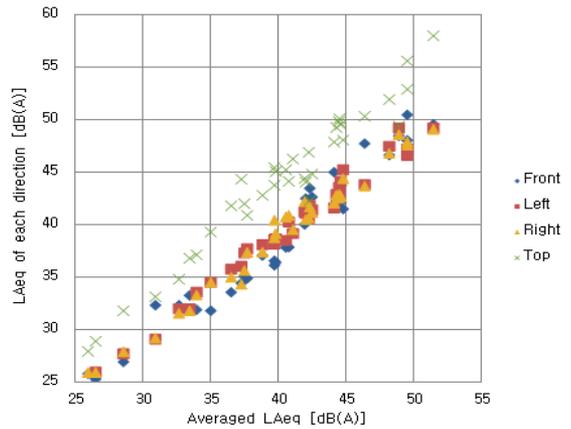


Fig. 4 Noise levels of the humidifiers by measurement directions as a function of the averaged noise level

동일하게 나타났고, 전면은 38.7 dB(A), 상측면은 44.1 dB(A)로 가장 높게 나타났다. 이것은 공기청정기와 마찬가지로 모든 가습기 송풍구가 상측면에 배치되어 있기 때문에 해당 상측면의 소음도가 높게 측정되었다.

각 측정지점에서의 소음도 모두는 전체 소음도와 매우 높은 유의한 상관관계( $R > 0.97$ )를 보였다. 큰 차이는 아니지만 좌/우측면에서의 측정값과 전체 소음도가 0.99의 가장 높은 상관계수를 보였다. 또한, 공기청정기와 마찬가지로 측정지점에 따라서 모델별로 최소 0.9 dB(A)에서 최대 10.0 dB(A)의 최대편차를 보였으나 측정지점별 편차는 전체 소음도와 통계적으로 유의한 관계를 보이지는 않았다( $R = -0.25$ ).

## 4. 토 의

### 4.1 주파수 특성

Fig. 5와 6은 측정에 사용된 공기청정기와 가습기에 대하여 전면부에서 측정된 소음도의 A필터를 적용하지 않은 주파수 특성을 나타낸다. 공기청정기와 가습기 소음의 주파수 특성은 전체적으로 비슷한 특성을 보인다. 주파수 대역별로도 공기청정기와 가습기 모두 최대 40 dB 내외의 분포 범위를 나타내고 있으며, 공기청정기의 경우 8000 Hz의 고주파수 대역에서 39.5 dB의 넓은 분포 범위를 보였고, 가습기의 경우 200 Hz의 저주파수 대역에서 42.7 dB의 넓은 분포범위를 보였다. 이것은 제품 작동구조 및 송풍 모터의 성능에 따라 다양한 주파수 특성이 나타난 것이며, 특히 송풍기의 공력소음에 의해 순음성분의 소음이 특정주파수 대역에서 두드러지게 나타났다. 비록 이 연구에서는 1/3 옥타브 밴드로 넓게 측정되어 정확한 순음성분에 대해서는 측정하지 못

하였다. 그러나 Fig. 7에서와 같이 측정된 모든 공기청정기 및 가습기 모델에 대해 1/3 옥타브 밴드에서 나타나는 피크 성분의 출현빈도를 백분율로 비교한 결과를 보면 공기청정기와 가습기에 30% 이상 피크 성분이 공통적으로 나타나는 주파수 대역은 20 Hz, 40 Hz, 63 Hz, 1 600 Hz로 나타났다. 특히 20 Hz 대역은 공기청정기의 경우 61%, 가습기의 경우 58%에서 피크 성분으로 도출되었다.

Fig. 8에서는 Fig. 5와 6에 나타난 공기청정기와 가습기 소음도의 평균값과 더불어 최대/최소값을 비교하였다. 20 Hz 이하의 저주파수 대역을 제외하고, 공기청정기의 소음도가 평균적으로 가습기보다 높게 나타났다. 특히 공기청정기는 고주파수 대역에서 최대값을 비교하면 가습기 보다 넓은 소음도 분포 범위를 보이고, 가습기는 중/저주파수 대역에서 최소값을 비교하면 공기청정기 보다 넓은 소음도 분포 범위를 보였다.

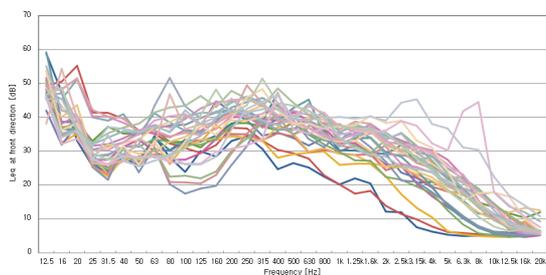


Fig. 5 Frequency characteristics of noise level at front direction of the air cleaners in 1/3 octave bands

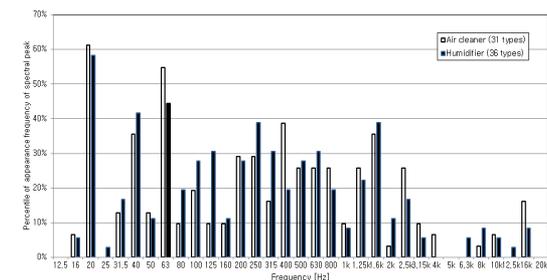


Fig. 7 Percentile of appearance frequency of spectral peaks for the air cleaners and humidifiers at front direction in 1/3 octave bands

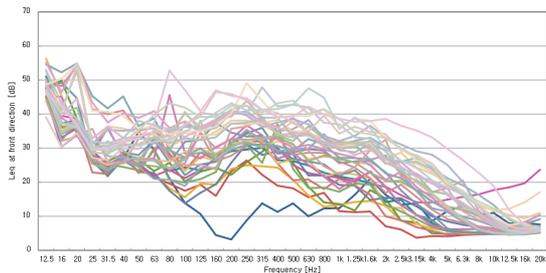


Fig. 6 Frequency characteristics of noise level at front direction of the humidifiers in 1/3 octave bands

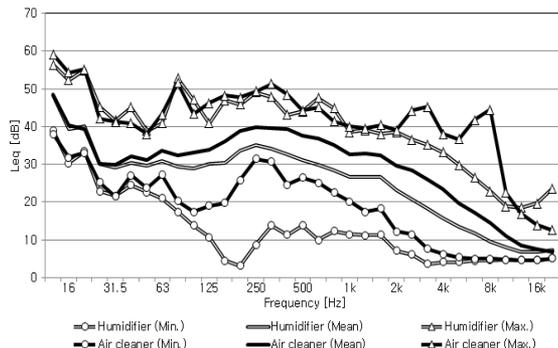


Fig. 8 Averaged noise levels of the air cleaners and humidifiers at front direction as a function of frequency bands

**Table 1** Correlation coefficients between overall noise levels and spectral components of noise levels at front direction for the air cleaners and humidifiers in 1/3 octave bands (\* :  $p < 0.05$ )

Frequency[Hz]	Air cleaners	Humidifiers
12.5	-0.39	-0.03
16	0.02	0.17
20	-0.09	0.28
25	0.02	0.36
31.5	0.20	0.45
40	0.04	0.43
50	0.10	0.54
63	-0.03	0.68
80	0.24	0.70
100	0.24	0.86*
125	0.20	0.89*
160	0.20	0.87*
200	0.29	0.88*
250	0.46	0.87*
315	0.70	0.89*
400	0.81*	0.87*
500	0.73	0.92*
630	0.74	0.94*
800	0.81*	0.94*
1k	0.90*	0.95*
1.25k	0.85*	0.95*
1.6k	0.83*	0.91*
2k	0.89*	0.88*
2.5k	0.85*	0.90*
3.15k	0.91*	0.87*
4k	0.90*	0.86*
5k	0.86*	0.77*
6.3k	0.75*	0.66
8k	0.69	0.58
10k	0.72	0.34
12.5k	0.62	0.13
16k	0.49	-0.01
20k	0.23	-0.09

전체 소음도의 결정에 어떠한 주파수 대역이 중요하게 영향을 미치는지 비교하기 위해 Table 1과 같이 상관관계 분석을 실시하였다. 0.9 이상의 높은 상관계수를 보이는 것은 공기청정기의 경우 1000 Hz와 3150 Hz에서 4000 Hz의 고주파수 대역이고,

**Table 2** Noise level criteria according to the rated airflow(SPS-KACA002-132)

Rated airflow[m <sup>3</sup> /min]	Noise level[dB(A)]
5 and under	45 and under
Over 5 to 10 and under	50 and under
Over 10 to 20 and under	55 and under
20 and over	60 and under

**Table 3** Noise level criteria according to the rated humidification capacity(KARSE B 0050)

Humidification capacity[mL/h]	Noise level[dB(A)]
~300	30 and under
301~300	40 and under
501~1000	50 and under

가습기의 경우 500 Hz에서 1600 Hz의 중주파수 대역의 소음도로 나타났다. 따라서 공기청정기 및 가습기의 전체 소음도를 저감시키기 위해서는 어떤 구조가 해당 주파수 대역에서 소음도 형성에 영향을 주는지 연구될 필요가 있다.

#### 4.2 공기청정기 및 가습기의 소음기준

이 연구에서 적용한 공기청정기의 소음 측정방법인 SPS-KACA002-132는 10.2.2항에서 정격풍량에 따른 소음도 성능기준을 Table 2와 같이 제시하고 있고, 가습기의 경우 KARSE B 0050은 8.2.4항에서 정격 가습능력에 따른 소음도 성능기준을 Table 3과 같이 제시하고 있다. 비록 이 연구에서는 해당 제품의 정격풍량 또는 가습능력을 조사하지 못했기 때문에 이에 따른 상관관계를 분석하지는 못하였지만 향후 이에 대한 비교분석을 통해 현재 정격풍량 또는 가습능력에 따라 설정된 소음도 기준값이 타당한지 검증할 필요가 있다.

또한 공기청정기와 가습기의 구조와 구원원리에 따른 영향도 향후 구분해서 살펴볼 필요가 있다. 공기청정기는 공기 중의 세균, 바이러스, 곰팡이, 미세먼지, 악취 요소 등을 제거하기 위해서 필터를 이용하여 여과/흡착 하거나, 전기적으로 오염물질을 제거하기 때문에 가습기에 비해 상대적으로 복잡하고 다양한 필터 층으로 구성되어 있다. 반면, 가습기의

경우 가습방식에 따라 가열식, 초음파 방식, 원심분무식 및 필터기화식 등으로 구분되며, 내부 구성은 공기청정기에 비해 단순한 편이다. 이런 구조의 단순성에 따른 차이는 앞선 공기청정기 소음도 측정결과에서와 같이 측정지점이나 세부 주파수 특성만으로 전체적인 소음도를 예측하기에는 가습기보다 어렵다는 점과 연관되어 있다.

현재 공기청정기와 가습기에 대한 측정기준은 일본전기산업진흥회(Japan Electrical manufacturers' Association)의 단체표준(JEM 1467<sup>(8)</sup>, JEM 1426<sup>(9)</sup>)과 미국표준협회(American National Standards Institute) 및 미국가전협회(Association of Home Appliance Manufacturers)의 단체표준(ANSI/AHAM AC-1-2006<sup>(10)</sup>, ANSI/AHAM HU-1-2006<sup>(11)</sup>)에 대응하도록 개정되어 왔다. 이에 따라 소음측정방법도 다른 가정용 가전기기의 성능측정에서 일반적으로 적용하는 KS C IEC 60704-1<sup>(12)</sup>에 따른 음향과위레벨 측정이 아닌 간단한 4~5개 지점의 소음도 측정방식을 적용하고 있다. 현재의 측정방법은 제품 표면에서 1 m 떨어진 지점을 측정하고 있기 때문에 제품의 다양한 크기에 따라 측정지점이 상이하며, 이에 따른 제품간 소음 성능의 비교에 한계가 있다. 그러나 실거주 상태의 소음성능 측정에 비중을 두면 현재와 같이 등가소음레벨에 의한 측정이 적절하지만 환경조건으로 무향실이 아닌 바닥 및 벽체 등의 제품 설치 조건을 제시할 필요가 있다. 또한, 가전기기의 소음측정을 보다 활성화하기 위해 현재와 같이 간편화된 측정방법을 다른 가전기기에도 적용하는 것을 고려할 필요가 있다.

## 5. 결 론

이 연구에서는 현재 유통되거나 개발 중인 공기청정기와 가습기에 대해 업계에서 널리 통용되는 민간인증 측정방식에 따라 측정방향별 소음도와 그 주파수 특성에 대해 논의 하였다.

그 결과, 공기청정기와 가습기 모두 송풍구의 위치에 따라 제품의 상측면에서 가장 높은 소음도를 나타냈고, 상측면과 좌우측면에서의 평균적인 소음도 차이는 공기청정기의 경우 약 4.7 dB(A), 가습기의 경우 약 5.0 dB(A)로 나타났다. 공기청정기의 소음도가 가습기에 비해 평균적으로 높게 나타났다.

특히 전체 소음도 결정에 영향을 미치는 측정방향은 가장 소음이 높은 상측면이나 후면이 아닌 좌/우측면으로 나타났고, 공기청정기 보다 가습기의 경우 전체 소음도와 각 방향별로 측정된 소음도 간의 상관관계수가 0.97 이상으로 매우 높게 나타났다. 한편, 공기청정기와 가습기 모두 20 Hz, 40 Hz, 64 Hz 및 1600 Hz 대역에서 공통적인 순음성분이 나타났고, 공기청정기의 경우 고주파수 대역에서 최댓값을 비교하면 더 넓은 소음도 분포 범위 및 전체 소음도와 높은 상관성을 보이고, 가습기의 경우 중/저주파수 대역에서 최솟값을 비교하면 더 넓은 소음도 분포 범위와 더불어 전체 소음도와 높은 상관성을 보였다. 이것은 공기청정기와 가습기의 내부 구조에 따라 발생하는 소음특성으로 보인다.

향후 각각의 소음성능에 미치는 영향요인을 규명하기 위해 기존 성능기준에서 제시되고 있는 정격풍량 또는 가습능력에 따른 차이를 비교할 필요가 있다. 또한, 필터 구성요소나 송풍구 구조, 가습방식에 따라 어떤 소음특성을 보이는지 비교 및 분석을 통해 공기정화 및 가습능력의 저하 없이 소음도를 보다 저감시키는 기술의 개발이 필요하다.

## References

- (1) Park, J. W., Jung, Y. Y. and Jeon, W. H., 2006, Study on the Flow Noise Generated from the Air-cleaner Auto Louver by Changing Angle, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 1007~1010.
- (2) Park, J. W., Lee, J. H. and Kim, W., 2006, Numerical Analysis on the Flow Noise of the Air-cleaner, Proceedings of the Annual Conference of Korean Society for Fluid Machinery, pp. 209~212.
- (3) Jang, S. W., 2007, A Study on the Sound Quality Evaluation Model for an Air Cleaner, M.Eng. Thesis, Korea Advanced Institute of Science and Technology.
- (4) KS C 9314, 2013, Air Cleaners, Korean Industrial Standards.
- (5) KS C 9320, Abolished in 2002, Electrical Humidifiers, Korean Industrial Standards.
- (6) SPS-KACA002-132, 2006, Indoor Air Cleaners, Korea Air Cleaning Association.
- (7) KARSE B 0050, 2010, Indoor Humidifier, Korea Air Cleaning Association & Korean Association of Air

Conditioning Refrigerating and Sanitary Engineers.

(8) JEM 1467, 2013, Air Cleaners of Household and Similar Use, Japan Electrical Manufacturers' Association.

(9) JEM 1426, 1991, Electric Humidifiers, Japan Electrical Manufacturers' Association.

(10) ANSI/AHAM AC-1-2006, Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Cord-connected Room Air Cleaners, American National Standards Institute & Association of Home Appliance Manufacturers.

(11) ANSI/AHAM HU-1-2006, 2011, Household Humidifiers, American National Standards Institute & Association of Home Appliance Manufacturers.

(12) KS C IEC 60704-1, 2012, Household and Similar Electrical Appliances – Test Code for the Determination of Airborne Acoustical Noise – Part 1: General Requirements, Korean Industrial Standards.



**Yong Hee Kim** is currently a senior research engineer at Korea Conformity Laboratories(KCL). He received his Ph.D. degree from Hanyang University in 2011. He worked at the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology(AIST) of Japan for two years as a postdoctoral researcher. His research interest is room acoustics and public space acoustics.



**Ji Hoon Park** is currently a researcher at Korea Conformity Laboratories(KCL). He received his M.S. degree in Chungbuk National University in 2015. His research interest is floor impact noise.