

# 실험동물 사육실에서의 Exhaust Filter Unit의 악취제거성능에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Deodorization Performance of Exhaust Filter Unit in a Laboratory Animal Breeding Facility

권순욱(Soon Wook Kwon)<sup>1</sup>, 홍진관(Jin Kwan Hong)<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>가천대학교 대학원, <sup>2</sup>가천대학교 건축설비학과

<sup>1</sup>Graduate School, Gachon University, Sungnam City 461-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Building Equipment and System Eng, Gachon University, Sungnam City 461-701, Korea

(Received November 22, 2012; revision received February 21, 2013)

**Abstract** In this study, an exhaust filter unit for removing bad smells is designed and manufactured to understand the characteristics, damages, and effects on humans and animals of bad smell substances in laboratory animal breeding facilities. Using the exhaust filter unit, a deodorization performance test using ammonia gas, as a typical bad smell in an animal breeding room, was carried out for three types of activated and impregnated charcoal filters. The experimental results showed that the pressure loss of the HEPA and carbon filter was increased with flow rate and that the average deodorization performance for the case where an impregnated carbon filter was installed was a maximum value of between 93 and 96%, with various fractional flow rates ranging from 1,500 to 3,500 m<sup>3</sup>/h in a laboratory animal breeding room. The experimental results will also be used for the design and manufacture of a practical and efficient exhaust filter unit to cope with bad smell problems in animal breeding facilities.

**Key words** Activated charcoal(활성탄), Laboratory animal breeding facility(실험동물 사육시설), Bad smells(악취), Impregnated charcoal(침착 활성탄), Deodorization performance(악취제거성능), Exhaust filter unit(배기 필터 유니트)

† Corresponding author, E-mail: [jkhong@gachon.ac.kr](mailto:jkhong@gachon.ac.kr)

### 1. 서 론

최근에는 바이오 관련 산업의 급격한 성장과 바이오 관련 인체 유해요소에 대한 관심이 집중되고 있으며, 특히 최근 전 세계적으로 주목받고 있는 신종 인플루엔자(H1N1) 및 사스(SARS) 등의 신종 바이러스의 출현으로 인해 바이오 클린룸을 통한 질병관리 및 생명공학에 관해 국내에서도 관심이 급증하고 있어 바이오 클린룸의 보급은 향후 급격히 증가하게 될 것으로 예상된다.<sup>(1,2)</sup> 이 중 바이오클린룸의 적용분야인 실험동물 사육시설(Laboratory animal breeding facility)에서 발생하는 악취는 건물 외부환경에 악영향을 미칠 정도로 심각한 수준이나 국내에서는 이에 대한 적절한 대안 대책 및 연구 없이 단순히 팬을 이용하여 상층으로 쏘아 올

리거나 기존의 활성탄 필터(Activated charcoal filter)를 이용하여 악취를 흡착시키는 방법을 적용하고 있다. 활성탄을 이용한 탈취에 대한 기존의 연구로는 은나노 표면처리된 활성탄을 이용한 황화수소(H<sub>2</sub>S) 제거특성에 대한 연구<sup>(3)</sup>와 입상 활성탄 필터를 이용한 실내부유세균 저감 효율평가에 대한 연구<sup>(4)</sup>가 있고, 은나노 소재를 이용한 공조기의 탈취성능에 대한 실험연구<sup>(5)</sup>가 수행된바 있으나 실험동물 사육실을 대상으로 한 악취제거에 대한 연구는 거의 보고되지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 실험동물 사육시설에서 발생하는 악취 유발물질의 종류와 특성 및 인체와 동물에게 미치는 피해에 대한 이해를 높이고, 현장에서 악취를 저감할 수 있는 악취제거 시스템의 개발 및 그 장치를 통한 실제적인 악취 제거성능을 평가하기 위해서 악취제거용 배

기필터 유닛(Exhaust Filter Unit, EFU)를 제작하였다. 또한, 제작된 EFU를 통과하는 압력손실 및 악취제거 성능실험을 수행하여 실험동물사육시설의 악취제거를 위한 EFU 설치와 보급을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 악취제거 기술

### 2.1 실험동물 사육시설

실험동물시설은 실험동물을 수용하고, 검역, 실험물 질 등의 투여, 시험계의 관찰 등의 실험작업과 사료 및 물의 공급과 장기실험의 경우에는 사육상자의 교체, 청소, 소독 등 부수작업이 이루어지는 장소로 의약품 안전성 시험관리 기준, KGLP를 따른다.<sup>(6)</sup> 실험동물 사육 시설 내에서 측정된 취기는 Table 1과 Table 2에서 보는바와 같이 동물 종류에 따라 다르지만, 주로 분뇨냄새나 생선 썩는 냄새를 발생하는 질소화합물계가 많다. 취기 물질농도는 암모니아가 가장 높으며, 그 외의 악취성분은 미량이다. 취기는 동물의 배설물, 동물의 분비물, 사료의 성분, 사료의 멸균처리 등과 배설물의 분해 등으로 발생되고, 암모니아는 요소분해 세균의 작용으로 분뇨중의 요소가 분해되어 발생하는 것이므로 무균동물 사육실에서는 암모니아 취기는 전혀 감지되지 않도록 하는 것이 중요하다.<sup>(7)</sup> 따라서 본 연구에서는 주된 악취제거 대상물질로 암모니아를 설정하고 악취제거 성능실험을 수행하였다.

실험동물 사육실내의 취기는 실내 온, 습도가 높아짐에 따라 또한 동물의 수용밀도가 높아질수록 증가되며, 환기횟수가 많아질수록 감소한다.

또한 일방향 기류방식등과 같이 환기효율이 좋은 방식도 취기를 감소시킨다. 또한 플라스틱 케이지에서 사용하는 경우에는 깔짚 교환횟수도 관계가 있다.<sup>(8, 9)</sup>

취기성분의 종류나 농도가 사육동물에 미치는 영향

Table 1 Bad smell substance of mouse and rat breeding room<sup>(7)</sup>

Items	Bad smell substance	(ppm/1mouse)	(ppm/1rat)
Nitrogenous compound	Ammonia	20.6×10 <sup>3</sup>	12.3×10 <sup>3</sup>
	Trimethylamne	39.3	4.34
Organic acid	Nomal butryc acid	60.5	10.0
	Nomal valeric acid	0.281	0.12
	Isovaleric acid	N.D	0.20
Aldehyde	Acetaldehyde	4.98	1.90

Table 2 Bad smell substance of rabbit and cat breeding room<sup>(7)</sup>

Items	Bad smell substance	(ppm/1rabbit)	(ppm/1cat)
Nitrogenous compound	Ammonia	3.05×10 <sup>3</sup>	1.98×10 <sup>3</sup>
	Trimethylamne	0.031	0.388
Organic acid	Nomal butryc acid	10.6	N.D
	Nomal valeric acid	N.D	24
	Isovaleric acid	0.045	N.D
Aldehyde	Acetaldehyde	5.63	3.65

에 대해서는 아직 확실치 않은 것이 많다. 악취방지법에서 규제하고 있는 물질은 암모니아, 메틸메르캅탄, 황화수소, 황화메틸, 이황화메틸, 트리메틸아민, 아세트알데히드, 스틸렌, 프로피온산등의 12가지 물질이지만, 동물 사육환경에서 발생하는 성분의 농도는 암모니아가 가장 높다. 또한 암모니아는 계측이 상대적으로 간단하기 때문에 실험동물 시설의 대표적인 악취성분으로서 묘사되고 있으며, 사람의 노동위생 환경보호 측면에서 동물실의 암모니아 기준치를 20 ppm을 초과하지 않도록 하고 있다.<sup>(6, 9)</sup>

### 2.2 악취저감 기술

악취의 발생원을 없애거나 감소시키는 방법으로는 일반적으로 개방되어 있는 발생시설을 밀폐식으로 바꾼다든지 악취물질의 사용이나 발생을 억제하는 등의 근본적인 방법이 있지만 이 방법을 모든 발생원에 적용할 수는 없고 가능한 한 장치를 개조하거나 작업조건 개선에 의하여 발생이나 배출을 억제하는 것이 발생원에서의 대책이다.

그 외에 연소를 이용하는 방법이 있는데 악취물질은 황이나 질소를 함유하는 유기물질이 많고 대부분 가연성이기 때문에 적당한 온도에서 연소시키면 이산화탄소와 물, 기타 무취성 기체로 된다. 이러한 직접연소법의 연소온도는 물질에 따라 다르지만 보통 680~760℃의 범위이며, 접촉시간은 0.3~0.5초면 충분하다. 온도나 접촉시간이 불충분하면 제거효율이 저하될 뿐 아니라 부분산화의 결과로 생기는 각종 알데하이드나 케톤, 기타 불포화산이 생겨 냄새가 더 나는 수가 있다.<sup>(9, 10)</sup>

### 2.3 활성탄을 이용한 악취저감 기술

악취의 발생원을 없애거나 감소시키는 방법으로 활

성탄을 사용하여 악취물질을 흡착하는 방법이 있다. 이때 일반 활성탄의 표면은 비극성이며 흡착력이 본질적으로 단순히 반데르발스 힘에 의한 물리흡착이기 때문에 황화수소나 NH<sub>3</sub> 등 비점이 낮은 성분에 대해서는 충분한 흡착성을 갖지 못한다. 따라서 활성탄 표면을 화학적으로 개질하거나 화학약품을 첨착시켜 특정 성분에 대해 선택적 흡착을 가진 악취가스 제거용 첨착 활성탄을 적용하고 있다.

첨착 활성탄에 의한 악취가스 흡착방법은 물리흡착과 화학흡착으로 나뉘며 악취가스별 흡착방법에 따라 산성, 염기성, 중성 가스용 첨착 활성탄으로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 Table 1과 Table 2의 마우스, 랫드 실험동물 사육실 취기물질의 측정치 및 토끼, 고양이와 취기물질 측정사례에서 대표적인 주된 오염물질인 암모니아를 대상으로 일반 활성탄 1종과 2종(Type 2, Type 3)의 특수 첨착 활성탄을 시료로 선정하였으며, 선정된 3종의 시료는 모두 각각 다른 전문업체에서 제공된 것이다. Fig. 1에는 Acid 처리한 첨착 활성탄소의 암모니아 가스의 흡착 메커니즘을 나타내고 있다.

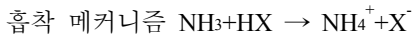


Fig. 1에 나타낸 바와 같이 암모니아 가스는 염기성 가스로 활성탄의 Acid site에 의해 쉽게 흡착된다. 암모니아에 산성물질을 첨착함으로써 암모니아의 흡착율을 높일 수 있다.<sup>(11, 12)</sup>

이와 같이 첨착 활성탄 필터는 첨착 금속의 종류에 따라 악취가스와 화학 및 촉매반응으로 화학적 흡착의 증대와 물리적 흡착으로 필터의 단위 흡착력을 높일 수 있다.

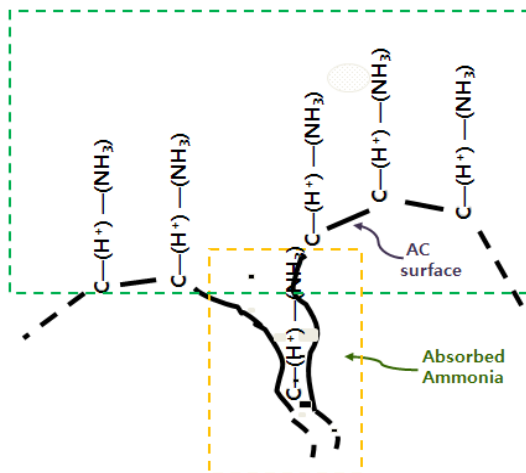


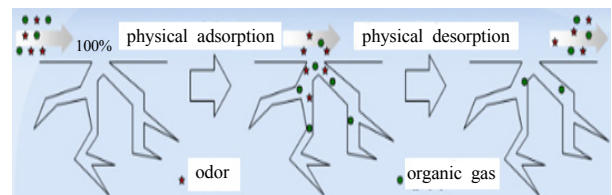
Fig. 1 Ammonia gas absorption mechanism of charcoal impregnated with acid.

### 3. 악취제거 성능실험

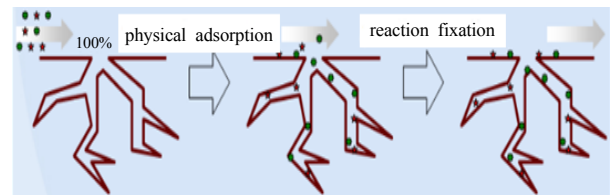
#### 3.1 활성탄 필터 제작

실험에 사용된 활성탄 필터는 1종(Type 1)의 일반 활성탄과 앞서 설명한 바와 같이 2종(Type 2, Type 3)의 특수 첨착 활성탄(Ag-I, Cu-I)을 사용하여, 실험동물 사육실의 악취제거용 Exhaust Filter Unit에 설치할 활성탄 필터를 제작하였다. Fig. 2에 특수 첨착 활성탄과 일반 활성탄의 악취가스 제거과정을 비교하여 나타내었다.

Fig. 2에서 보는바와 같이 일반 활성탄의 경우 악취가 물리적 흡착(physical adsorption)이 일어난 후 유기가스(organic gas)의 물리적 탈착(physical desorption)이 일어나 흡착효율이 저하되는 반면 첨착 활성탄의 경우 물리적 흡착(physical adsorption)에 이어 반응고착(reaction fixation)이 되도록 하여 흡착효율의 저하를 방지하는 메커니즘을 갖게 된다. Fig. 3은 연결 반응제(connection reactant)와 반응하여 화학적 작용제(Ag/Cu/Iodine chemical agent)로서 특수 첨착 활성탄 표면에 악취가스가 포집되어 제거되는 원리를 도식화하여 나타내고 있다. Table 3에 본 실험에 사용된 3종의 활성탄 종류를 나타내고 있다.



(a) Activated charcoal



(b) impregnated charcoal

Fig. 2 Comparison of deodorization between the activated and impregnated charcoal.

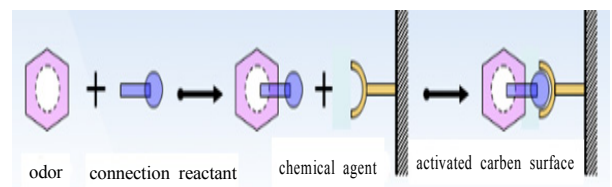
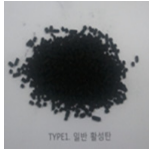
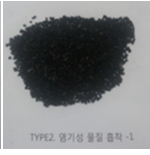



Fig. 3 Deodorization principle.

Table 3 Types of charcoal

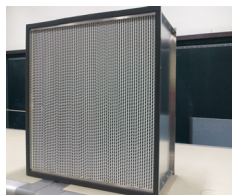
Items	Type 1 (activated)	Type 2 (impregnated)	Type (impregnated)
Pictures			
Particle size (D×L)	4 mm× 12 mm	2 mm× 4 mm	4 mm× 7 mm
Granularity (%)	90	92	97
Packing density (g/ml)	0.53(100%) 0.41(90%) 0.30(80%)	0.29(100%)	0.53(100%)

### 3.2 실험 장치

Fig. 4(a)와 Fig. 4(b)는 본 실험에 사용된 Exhaust Filter Unit에 설치된 규격 610×610×50인 HEPA 필터와 유니트 후단에 제작 설치한 기상용 4각의 규격 610×610×292규격의 악취제거용 활성탄 필터를 나타내고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 1종의 일반 활성탄과 2종의 침착 활성탄을 적용한 활성탄 필터를 제작하고, 이를 Fig. 5에 도시한 EFU 내부에 설치하여 실험장치를 구성하였다.

### 3.3 실험의 수행

앞서 살펴본 바와 같이 마우스, 랫드 실험동물사육실 취기물질의 측정치 및 토끼, 고양이 실험동물 사육실 취기물질 측정사례에서 대표적인 주된 오염물질인 암모니아를 대상으로 하여 악취제거를 위한 EFU의 악취제거 성능실험을 수행하였다. 우선 EFU의 악취제거 시스템에 적용된 HEPA Filter와 일반 활성탄(Type 1) 1종과 2종의 침착 활성탄(Type 2와 Type 3)을 적용한 활성탄 필터를 제작하여 풍량에 따른 압력손실 변화를



(a) HEPA filter



(b) Carbon filter

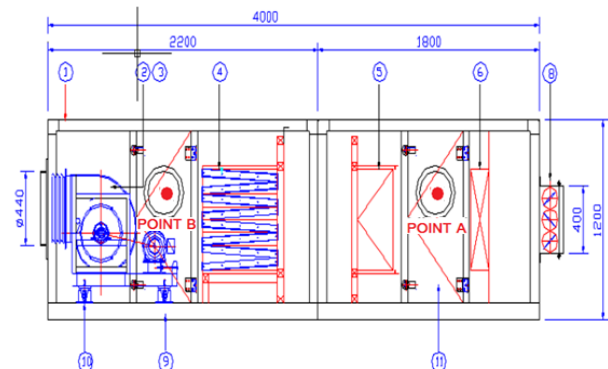
Fig. 4 HEPA filter and activated and impregnated carbon filter in the EFU.

측정하였다. Fig. 5의 악취제거용 EFU의 인입덕트에 피토 튜브와 경사 마노미터를 설치하여 풍량을 1,500m<sup>3</sup>/h ~ 3,500m<sup>3</sup>/h로 변화하면서 각단의 정압을 측정하였고, 그와 동시에 피토 튜브로 측정된 풍량으로 EFU에 설치된 팬의 인버터 제어에 의한 풍량 변화를 실측하기 위한 풍량 측정 시스템(Flow Metering System, F.M.S.)을 보정하였다.

본 실험에서 설정한 풍량 범위(1,500 m<sup>3</sup>/h~3,500 m<sup>3</sup>/h)는 실험동물의 배설물에서 주로 발생하는 암모니아 냄새 제거 등의 목적으로 최소 10회/h의 환기회수 설정을 표준으로 할 때 실험동물 사육실의 바닥면적 약 50 m<sup>2</sup> ~ 120 m<sup>2</sup>의 규모에 해당되는 값을 나타낸다.

압력손실 변화를 측정함과 함께 악취제거 성능실험에서는 풍량을 1,500 m<sup>3</sup>/h~3,500 m<sup>3</sup>/h로 유지하는 각각의 조건에서 Acrylic Resin으로 된 Protective cover를 갖는 Floating Type의 암모니아 유량 조절계를 이용하여 암모니아 봄베에서 암모니아 인입농도를 20 ppm 농도를 기준으로 설정하여 악취제거 필터 후단의 암모니아 농도 변화를 측정하였다. 인입농도를 미세하게 조정하기 위해서 유량 조절계의 하류에 VCR 타입의 암모니아 레귤레이터를 설치하였다.

위에서 설명한 실험장치를 통하여 EFU의 악취제거 시스템에 암모니아 가스를 유입시켰을 때 유니트 내부에 일반 활성탄 필터(type 1)와 특수침착 활성탄 필터



11	Access Door	SUS	1	450×1000
10	Isolater	SPRING	4	SMB-100
9	Base	SS41	1	100×50×5t
8	EA Damper	AL	1	400×400
7	Test Hole	SUS	3	25A
6	F.M.S	ASS'Y	1	610×610×150t
5	HEPA Filter	ASS'Y	1	610×610×50t
4	Carbon Filter	ASS'Y	1	610×610×292t
3	Supply Moter	ASS'Y	1	3HP (Inverter)
2	Supply Fan	ASS'Y	1	BC #2DS
1	Casing	FRAME AL PROFILE OUT SIDE SCP 1.2t-INSIDE GI 0.6t		
NO	Description	Material	Quantity	Remark

Fig. 5 Schematic drawing of EFU.

(type 2, type 3)의 전단과 후단(Fig. 5의 측정위치 point A점과 point B점)의 암모니아 농도를 측정하였다. 실험에서 사용한 암모니아 농도측정기는 2% 이내의 측정 분해능을 갖는 모델명 Q-RAE PLUS PGM-2000/2020 복합가스 측정기를 검정하여 사용하였다.

앞서 설명한 바와 같이 암모니아 인입농도가 20 ppm에 근접하도록 암모니아의 유량조절을 유량계와 레귤레이터를 사용하여 조절하였다. 유닛의 풍량을 1,500 m<sup>3</sup>/h, 2,500 m<sup>3</sup>/h, 3,500 m<sup>3</sup>/h로 변화하면서 전단에 암모니아 유입후 10분이 경과하여 후단의 농도가 정상상태에 도달된 후 약 1분에 걸쳐 일반 활성탄 필터(type 1)와 특수침착 활성탄 필터(type 2, type 3)의 전단과 후단의 암모니아 농도를 측정하여 악취제거 효율을 산정하였다. 또한 한 실험이 끝나고 다음 실험으로 가기 전에 전 실험조건에서 활성탄 필터에 축적되어 잔류된 암모니아 성분이 없는지를 매번 측정하여 확인하고, 잔류성분이 없어질 때까지 실험조건에 따라 최대 1~3 시간 정도 EFU를 환기하여 잔류성분이 0이 되는 것을 확인하고 후속 실험을 수행하였다.

### 3.4 실험결과 및 고찰

EFU의 악취제거시스템에 적용된 HEPA Filter와 일반 활성탄(Type 1) 1종과 2종의 침착 활성탄(Type 2와 Type 3)을 적용한 활성탄필터를 제작하여 풍량에 따른 압력손실 변화를 측정하였다. Fig. 6은 온도 19℃, 상대습도 38% 조건에서 풍량변화에 따른 압력손실을 측정 한 것을 나타내고 있다. 풍량이 증가에 따라 HEPA filter와 활성탄 filter의 압력손실은 증가함을 알 수 있다. HEPA filter가 3종류의 활성탄 filter에 비해서 압력손실 값이 가장 큰 것을 알 수 있다. 활성탄 filter의 경우 압력손실은 Type 2, Type 1, Type 3의 순서로 되며, Table 3에서 보는 바와같이 입자의 크기가 미세한 Type 2인 경우가 상대적으로 높은 압력손실 값을 갖는다는 것을

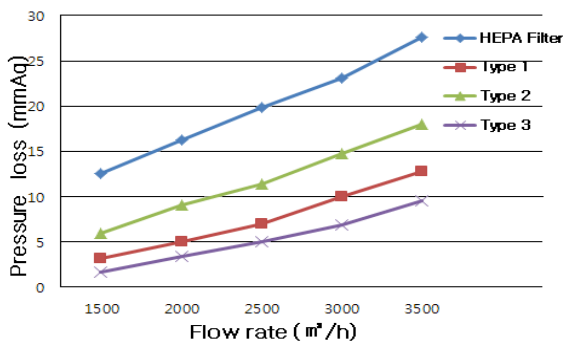


Fig. 6 The pressure loss of HEPA filter and activated carbon filter.

확인할 수 있다.

Fig. 7은 일반 활성탄(Type 1)에 대해서 온도 16℃, 상대습도 24%, 풍량 1,500 m<sup>3</sup>/h의 조건에서 활성탄의 충전 밀도(Packing density)에 따른 암모니아 농도를 측정하여 필터의 악취제거효율을 산정한 것을 나타내고 있다. Table 3에서 나타낸 것과 같이 충전밀도가 100%(0.53 g/ml)로 했을 때를 기준으로 충전밀도가 90%, 80%가 되는 경우 충전밀도에 따른 악취제거효율은 충전밀도가 감소할수록 최대 92%에서 최소 88%로 낮아지는 것을 알 수 있다.

Fig. 8은 침착을 하지 않은 일반 활성탄에 대해서 충전 밀도가 100%인 경우 온도 19℃, 상대습도 30% 조건에서 풍량변화에 따라 시간 경과에 따른 암모니아 농도를 측정하여 필터의 악취제거 효율을 산정한 것을 나타내고 있다. 측정된 악취제거 효율은 최소 90%에서 최대 92% 범위의 값을 나타내는 것을 알 수 있으며, 풍량의 증가에 따라 악취제거효율은 감소하는 것을 알 수 있다.

Fig. 9는 침착 활성탄(Type 2)에 대해서 충전밀도가 100%인 경우 온도 15℃, 상대습도 29%에서 풍량변화에 따라 시간 경과에 따른 악취제거 효율을 산정한 것을

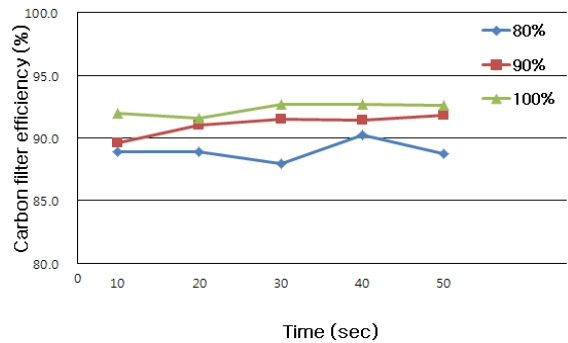


Fig. 7 Deodorization performance of impregnated carbon filter w.r.t. packing density(Type 1).

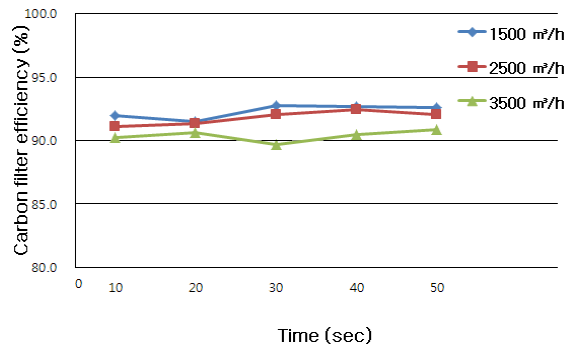


Fig. 8 Deodorization performance of activated carbon filter(Type 1).



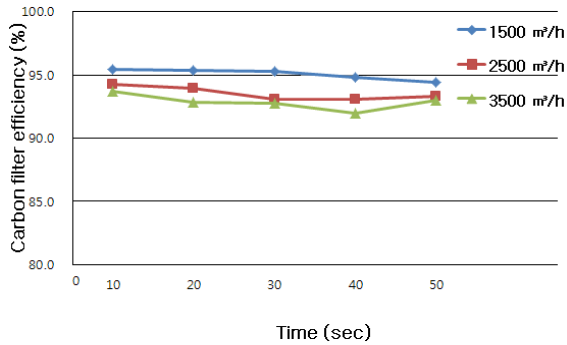


Fig. 9 Deodorization performance of impregnated carbon filter (Type 2).

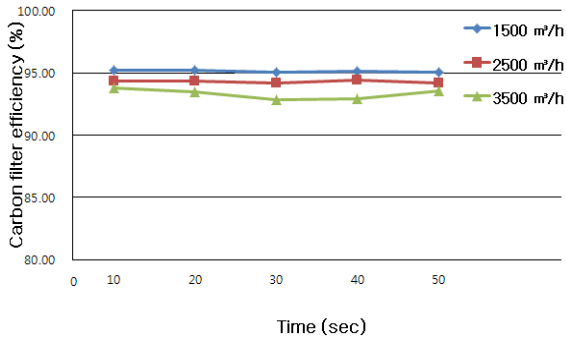


Fig. 10 Deodorization performance of impregnated carbon filter (Type 3).

나타내고 있다. 측정된 악취제거 효율은 풍량 1,500 m<sup>3</sup>/h, 2,500 m<sup>3</sup>/h, 3,500 m<sup>3</sup>/h로 변화하면서 최대 95%에서 최소 92%로 감소하는 것을 나타내고 있다.

Fig. 10은 충전밀도가 100%인 경우 침착 활성탄 (Type 3)에 대해서 온도 17°C, 상대습도 34%의 조건에서 풍량변화에 따라 시간 경과에 따른 암모니아 농도를 측정하여 필터의 악취제거 효율을 산정한 것을 나타내고 있다. 측정된 악취제거 효율은 풍량 1,500 m<sup>3</sup>/h, 2,500 m<sup>3</sup>/h, 3,500 m<sup>3</sup>/h로 변화하면서 최대 96%에서 최소 93%로 감소하는 것을 나타내고 있다.

Fig. 11은 앞서 설명한 Fig. 8~Fig. 10의 악취제거 효율증에서 Fig. 10의 경우에 해당되는 침착 활성탄 (Type 3)에 대해서 오염물질 공급 농도와 필터 통과후의 오염물질 농도를 시간의 경과에 따라 나타내었다. 유닛의 풍량을 1,500 m<sup>3</sup>/h, 2,500 m<sup>3</sup>/h, 3,500 m<sup>3</sup>/h로 변화하면서 각각의 경우 전단에 암모니아 유입 후 10분이 경과하여 후단의 농도가 정상상태에 도달된 후 전단과 후단의 암모니아 농도를 측정하였다. Fig. 11의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 10분이 경과되면 전단의 농도는 초기 설정농도 20 ppm 부근이 되며 후단의 농도는 거의 변하지 않는 정상상태에 도달되는 것을

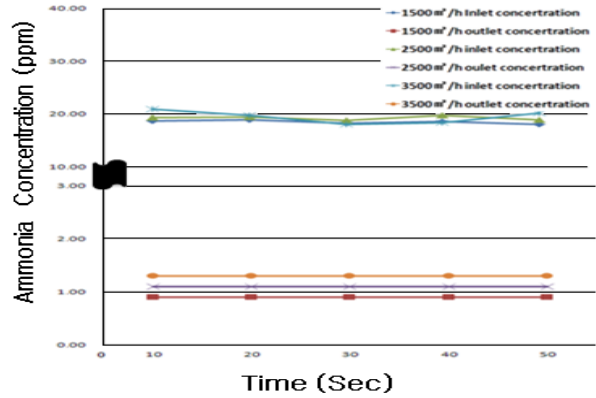


Fig. 11 Deodorization performance of impregnated carbon filter (Type 3) by ammonia concentration.

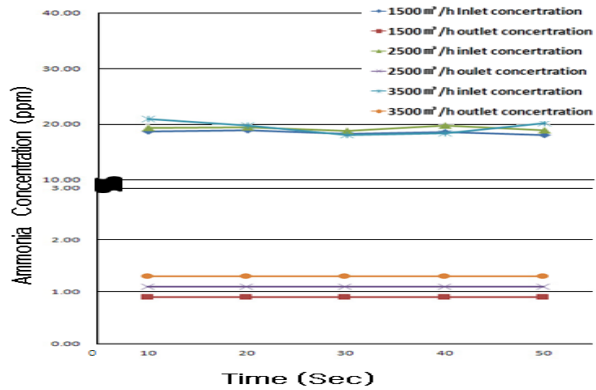


Fig. 12 Average deodorization performance w.r.t. carbon filter type.

알 수 있다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 한 실험이 끝나고 다음 실험으로 가기 전에 전 실험조건에서 활성탄 필터에 축적되어 잔류된 암모니아 성분이 없는지를 매번 측정하여 확인하였으며, 실험조건에 따라 최대 1~3시간 정도 EFU를 환기하여 잔류성분이 0이 되는 것을 확인하고 후속 실험을 수행하였다.

Fig. 12는 Fig. 11에서 설명한 바와 같이 유닛 내에 암모니아를 유입시켰을 때 10분경과 후 정상상태에 도달한 경우의 활성탄 종류에 따른 평균 악취제거 성능을 나타내고 있다. Fig. 12에서 보는바와 같이 정상상태에 도달한 경우의 평균 악취제거 효율은 침착을 하지 않은 일반 활성탄의 경우 악취제거 효율이 90~93%대, 침착한 Type 2 활성탄 필터의 경우 93~95%대, 침착한 Type 3 활성탄 필터의 경우 Type 2 활성탄 필터의 경우와 비슷하거나 조금 상회하는 93~96%대의 악취제거성능을 나타내고 있다. 따라서 활성탄에 특수 침착을 하였을 경우 최대 3%~4%의 효율이 증가하고 있

음을 알 수 있다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 일반 활성탄의 경우 악취가 물리적 흡착이 일어난 후 암모니아 가스의 물리적 탈착이 일어나 흡착효율이 저하되는 반면 첨착 활성탄의 경우 물리적 흡착에 이어 반응고착이 되도록 하여 흡착효율의 저하를 방지하는 메커니즘을 갖기 때문으로 판단된다. 또한, Ag-I, Cu-I 첨착 활성탄의 경우 Fig. 3에서 나타낸 바와 같이 연결 반응제와 반응하여 화학적 작용제(Ag/Cu/Iodine chemical agent)로서 특수 첨착 활성탄 표면에 악취가스가 포집되어 제거되기 때문으로 추측된다. 또한, 1 kg당 단가를 비교해보면 일반 활성탄인 Type 1은 3천 원, 첨착 활성탄인 Type 2와 Type 3는 각각 6천 원, 4천 원으로 나타나고 있는데, Type 3의 경우 압력손실이 일반 활성탄에 비해 낮으면서 악취제거 성능이 Type 1이나 Type 2에 비해 상대적으로 양호하고, 같은 첨착 활성탄인 Type 2에 비해 경제성도 있음을 알 수 있다. 향후 실험 동물 사육실의 동물의 쾌적환경과 신진대사의 안정, 사육사와 다른 업무 종사자의 안정을 위하여, 앞의 실험결과에서 얻어진 특수첨착 활성탄 필터를 적용하는 경우 환기횟수 10회/h를 기준으로 바닥면적 50 m<sup>2</sup>의 소규모 시설인 경우 95% 대의 악취제거가 가능함을 알 수 있으며, 특수 첨착 활성탄의 적용으로 실험동물 사육실의 규모(바닥면적 50 m<sup>2</sup>~120 m<sup>2</sup>)에 대한 실제적인 풍량 범위(1,500~3,500 m<sup>3</sup>/h)내에서 평균 94%~95%의 악취제거 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

최종적으로 마우스, 랫드 실험동물 사육실 취기물질의 측정치 및 토끼, 고양이 실험동물 사육실 취기물질 측정 사례에서 대표적인 주된 오염물질인 암모니아(NH<sub>3</sub>)를 대상으로 한 일반 활성탄 및 특수 첨착 활성탄을 적용한 악취제거 시스템의 성능실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 충전밀도의 변화에 따른 악취제거 효율은 충전밀도의 증가에 따라 증가하며, 3종류의 악취제거 필터를 설치하였을 경우 풍량에 대한 압력손실을 측정하면 풍량이 증가에 따라 HEPA 필터, 활성탄 필터 Type 2, Type 1, Type 3의 순서로 압력손실은 증가함을 알 수 있으며, 특수 첨착 활성탄을 적용한 Type 3인 경우 일반 활성탄을 적용한 Type 1보다 더 낮은 압력손실 값을 갖는다는 것을 알 수 있다.

2) 처리 풍량의 증가에 따른 악취제거 효율은 풍량의 증가에 따라 감소하는 특성을 가지며, 특히, 첨착(Ag-I, Cu-I) 활성탄을 사용하는 경우 일반 활성탄을 사용하는 경우에 비해서 악취제거효율이 3%~4% 증가하는 것을 알 수 있다.

3) 종합적으로 실험동물 사육실의 규모(바닥면적 50

m<sup>2</sup>~120 m<sup>2</sup>)에 대한 실제적인 풍량 범위(1,500~3,500 m<sup>3</sup>/h)내에서 첨착(Ag-I, Cu-I) 활성탄을 적용하여 제거 효율 95%를 달성할 수 있을 것으로 생각되며, 실험동물 사육실의 악취문제를 경제적인 관점에서의 효율적으로 해결할 수 있는 대안으로 향후 이와 같은 시스템의 보급이 현실적으로 필요할 것으로 판단된다.

#### 후 기

본 논문은 지식경제 기술혁신사업/에너지기술개발사업의 바이오클린룸 악취 제거시스템에 대한 연구과제 수행의 결과로 그 지원에 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. Health Insurance Review and Assessment Service, The medical care condition of Influenza case 2006~2008.
2. Korea Center for Disease Control and Prevention, Korean Influenza Surveillance Report, 2007~2008.
3. Shin, S. G. and Song, J. H., 2007, Nano-silver attached Activated Carbon used Removal of Odorous Compound, Proceedings of the Korean Society of Odor Research of Engineering, pp. 71-73.
4. Kang, J. H., Hyun, T., and Song, J. H., 2008, Proceedings of the Korean Society of Odor Research of Engineering, Removal Efficiencies of Airborne Bacteria using Granular Activated Carbon Filter, pp. 135-136.
5. Nam, S. Y., Kang, B., Ha, Song, J. H., and Han S., 2010, An Experimental Study on the Deodorization Performance Enhancement of the Air Handling Unit using a Nano-Silver Material, Proceedings of the SAREK 2010 Summer Annual Conference, pp. 739-744.
6. SAREK : Handbook, 2011, Air-conditioning, Ch. 5, Bioclean Room, Vol. 2, No. 4.
7. Cho, J. S., 2005, The Fundamental Architecture and Facility of Laboratory Animal, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation.
8. National Academies Press, 1998 Guide for the Care and Use of Laboratory Animals.
9. Yang, I. H., 2000, Laboratory Animals Air-conditioning.
10. Hwang, D. Y., 2007, Laboratory Animal Facility of GLP, Journal of KARSE, Vol. 6, pp. 41-48.
11. Yanai Hiroshi 2005, Activated Carbon, Dong Hwa.
12. Rodriguez-Reinoso, F., 1989, An Overview of Methods for the Characterization of Activated Carbons, Pure and Appl. Chem., Vol. 61, No. 11, pp. 1859-1866.