

21세기 실험동물시설의 운영관리 및 고려사항

한진수
삼성생명과학연구소
실험동물연구실

1. 동물실험시설 개요

1.1 동물실험시설의 의의

동물실험시설은 과학적 목적에 이용되는 실험용 동물을 구입, 사육, 관리, 보관, 유지, 생산, 연구하는 곳과 이러한 실험용 동물을 사용하여 동물실험을 행하는 시설로 정의할 수 있다. 단순히 실험동물을 수용하는 시설을 말하는 것이 아니라 동물의 사육이나 동물실험에 필요한 제반 설비, 동물을 사육관리하는 기술사, 동물에 관련되는 환경인자 및 이러한 환경을 유지하기 위하여 필요한 유기적, 종합적인 기능을 포함하고 있다.

따라서 어떠한 시설이든 총괄 관리자와 우수한 직원에 의하여 관리되어야 하고, 일정한 환경조건하에서 양질의 실험동물의 생산, 사육을 실시할 수 있어야 하며, 적절한 동물실험이 진행될 수 있도록 만들어져야 한다. 즉, 이러한 시설에서는 궁극적으로 동물실험의 과학성과 윤리성이 보증되는 것이 동물실험시설의 가장

큰 의의라고 할 수 있다.

1.2 동물실험시설의 원칙

동물실험시설의 건축이나 운영에 있어서 기본이 되는 원칙은, 우선 그 시설이 이용목적에 적합한 것이어야 하고, 또한 동물의 사육관리나 동물실험이 과학적이고 윤리적으로 행해질 수 있어야 한다. 따라서 적절한 환경조건의 유지 및 적절한 사육, 실험이 이루어지도록 충실한 설비와 우수한 인재의 배치가 필수적이다.

그러나 경제상 또는 제도상의 규제에 따라 이러한 원칙이 이론에 그치게 되어, 결과적으로 제대로 운영이 안되어 버려지는 시설이 되는 경우가 적지 않다. 따라서 계획, 입안의 단계에서 종합적인 계획을 세우고, 마스터 플래너(Master Planner)의 감독하에 시설관리자, 시설이용자, 시설설계자, 시설건축자 등에 의한 충분한 검토와 협의에 의하여 요소 요소를 확인하고 점검해 가면서 시설건축 작업을 진행하는 것이 가장 바람직하다.

무엇보다도 이 시설을 만들기 위해서는 사전

에 충분한 시간을 가지고 다방면에 걸친 충실한 고려가 필수적이다. 다른 일반적인 실험시설과 비교해서 막대한 경비가 소요된다. 또한, 건축만 하면 저절로 돌아가는 것이 아니다. 가동하기 위해서도 많은 운영경비와 전문인력이 필요하다. 실험동물시설을 운영한다는 것은 건축공학 및 실험동물과학 전반에 걸친 총체적인 기술이 집약되어야 비로소 완성된다고 볼 수 있다.

1.3 실험동물과 환경제어(모니터링)

실험동물의 환경제어는 동물 및 사람을 중심으로 시설의 기본계획, 설계, 시공, 사육, 실험기자재의 선택, 건축설계의 보수관리, 공조관리, 사육관리, 위생관리 및 사무계통을 포함하는 운영관리가 상호 보완적으로 조화되어야만 기능을 충분히 발휘할 수 있게 된다.

실험동물의 형태, 생리, 생화학적 특성 또는 약물이나 미생물에 대한 감수성은 유전인자와 환경인자에 의하여 지배된다. 실험동물에 있어서 환경제어의 목적은 각종의 환경요인을 인위적으로 조작하여, 실험동물 번식성적의 향상, 그리고 재현성, 신뢰성이 있는 동물실험 성적을 얻기 위하여 시행한다. 이와 동시에 이런 환경에서 작업하는 실험동물 기술사 및 연구자에게 위생적인 환경을 조성해 주고, 실험동물 시설에서 나오는 배기, 배수 등의 오염물질도 제어하여 종합적 관리가 가능하도록 하여야 한다.

시설의 환경 모니터링에 대한 측정방법, 측정기기의 특성, 측정점, 측정에 및 측정에서의 변동요인에 관해 충분히 고려해야 하며, 시설

에서 사육환경의 변동은 단순한 요인으로 발생하는 것이 아니고 항상 복합적인 상태에서 일어난다는 사실을 관리자나 기술사는 명심해야 한다. 따라서 측정에 있어서는 측정방법, 측정하는 시간 및 측정시각, 배지의 종류, 배양시간 등과 함께 데이터를 상세하게 기록하여 둔다. 이를 위하여 일목요연한 기록표를 준비하는 것이 좋다.

1.3.1 환경인자

환경인자는 넓은 의미로 다음과 같이 분류되고 있다.

- 1) 기후적 요인 : 온도, 습도, 기류, 풍속 등
- 2) 물리화학적 요인 : 환기, 분진, 취기, 소음, 조도 등
- 3) 주거적 요인 : 건물, 케이지, 바닥, 급이기, 급수기 등
- 4) 영양적 요인 : 사료, 물 등
- 5) 생물학적 요인 :
 - 동종동물 요인 ; 사회적 순위, 경쟁, 수용 밀도 등
 - 이종동물 요인 ; 미생물, 사람 및 타종동물 등

1.3.2 온습도의 조절 및 관리

a) 온도

포유류의 대부분은 항온동물이며, 열생산은 체내에서 일어나는 생화학적 반응의 결과로 질식 안정상태에서의 열생산은 기초대사 또는 표준대사율(SMR)이라 부른다. 또한 생산되는 열량을 산열량 또는 발열량(heat value, calorific value)이라 부르며, 동물의 발열량 계산에는 일

반적으로 다음과 같은 식이 사용된다.

$$M = 69W^{0.75};$$

M: 발열량(Kcal/day), W: 체중(kg)

Beach 등은 온도 24℃ 상대습도 50%에서 직접열량계를 이용하여 사육상태에 이르는 성숙 동물의 발열량을 측정하여 표준대사에 대한 비율을 1일 평균으로 랫드는 1.95배, 토끼 2.66배, 비글에서는 1.98배로 보고하였고, 동물의 활동에 따라서 1일내의 변동 최고치와 최저치로 발열량은 개에서 1.75배, 랫드 및 토끼는 1.54배의 차이가 있다고 보고하였다. 따라서 공조 계획시 동물의 발열량은 표준대사의 2-3배의 수치가 사용된다. 또한 발열량에 대하여 현열의 비율에 대하여 Wood 등은 절식하여 개에서는 71-81%, 자유급식시킨 개에서는 56-76%로 보고하였다. Beach 등은 랫드와 토끼에서 64%, 비글에서는 75% 등으로 각각 보고 하였다. 이러한 결과에서 비중발성 열의 발산은 약 65%로 생각한다. 또한 체표나 흡기를 통하여 발열에 의한 열확산 즉, 잠열은 전발열량의 35%라고 알려져 있다. 그러나 환경온도가 높은 경우에는 잠열의 비율은 높아진다. 각 동물별 발열량에 관해서는 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)에서 발표한 기준을 참고로 한다.

국제적으로 일치하고 있지는 않으나, 공조 설계시 목표로 하는 온도 조건으로 마우스, 랫드의 경우에는 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 정도면 충분하다. 권장치는 설계운영상, 통상 승인된 온도조건으로 20-26℃로 생각하고 있다. 이 범위는 국제적으로도 널리 이용되고 있다. 허용범위는 동물의

안전성 확보, 건강유지의 관점에서 이탈하는 것이 부적합한 최저, 최고 온도조건으로 이 온도 범위에서는 18-28℃ 정도로 생각하고 있다.

온도의 측정에는 간이 건습구 온도계, 아스만(Assmann) 통풍 건습구 온도계, 디지털 상대 습도계가 주로 이용된다. 연속적으로 측정할 때는 자동기록온습도계가 이용된다. 한편, 중앙관리실에서 원격 측정하는 경우는 다점식의 저항식 온도센서 또는 전기저항식의 습도계가 이용된다. 측정시에는 측정기기의 특성에 따라 정확한 측정방법을 준수할 것이며, 기기의 정기적인 영점관리를 하여 오류를 방지한다. 또한 측정기기마다 수명이 있어서, 특히 디지털 기기나, 온도센서는 적절한 교환이 필요하다. 측정기간은 일일, 일주간, 일개월 등의 간격과 측정방법을 각각 수준에 맞게 정하면 된다.

여러 개의 사육실에 한 개의 공기조화기를 가동할 경우, 각 방별로 리히팅 코일을 설치하는 것이 바람직하며 이러한 경우에는 각 방별로 온도센서를 설치하면 되지만, 중앙냉난방식의 공기조화기에서는 한두 개의 온도센서로써 전체를 읽게 된다. 이러한 방식은 피하는 것이 좋다. 온습도는 매일 기록하고, 문제가 생겼을 때에는 반드시 원인을 파악하고, 조치한 내용을 기록으로 남겨놓아야 한다. 이를 위해서는 시설과 및 중앙방재실과도 유기적인 협력체제가 기본조건이다.

b) 습도

동물실의 상대습도 분포의 측정결과로 냉난방 시에는 수평적, 수직적으로 약 10% 정도의 차이가 있다. 또한 동물을 사육하고 있는 중에

는 물청소 등에 의하여 일시적으로 실내의 습도가 상승되고, 특히 자동수세형의 사육장치를 사용하고 있는 방의 경우에는 세정수가 흐르기 때문에 수% 정도의 습도가 상승하게 된다. 따라서, 동물 사육상태에 공간적, 시간적으로 실내의 습도를 상시 5% 이내로 유지하는 것이 어렵다. 또한 중앙방식으로 다수의 방을 공조할 경우 모든 방을 동일 상태로 유지하기 위해서는 각 방의 환기량을 변화시켜 제어하는 경우도 있다. 이때, 상대적 습도는 환기회수의 증가로 감소하는 것도 있다. 따라서, 엄밀한 온습도가 요구되는 경우에는 각각의 방별로 공조기, 온도계, 습도계를 설치할 필요가 있다.

목표치는 $50 \pm 5\%$, 권장치는 $50 \pm 10\%$, 허용범위는 30-70% 정도로 생각하면 된다. 습도도 일정기간 단위로 측정하며 각 측정기기의 특성을 고려하여야 하는데, 특히 가장 많이 이용하는 간이 건습구 습도계는 수은의 열팽창을 이용하여 습구부의 거즈에서 습기가 증발할 때 생기는 온도차로부터 습도를 측정하는 간단한 기구이지만, 풍속이 강하면 오차가 커지고, 습구부의 거즈를 자주 갈아주지 않으면 실제보다 높은 습도를 나타내므로 항상 청결하게 하는 것이 중요하다. 디지털 온습도계는 가격이 고가인 만큼 휴대가 가볍고, 이용하기 편하지만, 보관에 주의하여 충격과 습도를 피해야 한다. 자동기록 온습도계는 모발이 습도변화에 따라 신축하는 것을 이용한 것인데, 정밀한 다른 습도계로써 영점을 정확히 맞춘 후 사용하여야 하고, 먼지 등을 정기적으로 제거해 주어야 한다. 전기저항식 습도계는 컴퓨터연결이 가능하여 중앙관리가 가능한 반면, 정기적으로 점검

할 필요가 있다.

c) 기류 및 풍속

사육실에 있어서 기류의 방향에는 분진이나 공중세균의 이동과, 풍속의 고저는 동물의 체열발산과 밀접한 관련을 가지며, 기류나 풍속은 동물시설의 정압과도 관계가 있다. SPF 동물실에서 기류는 사육작업자의 방향에서 동물의 방향으로 흐르는 것이 원칙이다. 특히 최근에는 아예 사육랙 전면에 분리벽을 만들어 사육랙 후면으로부터 작업자 공간으로 공기가 반전되지 않도록 설계된 시스템(Cubicle 등)도 외국에서는 많이 보급되고 있고, 심지어는 작업자와 동물과의 공기접촉을 완전히 단절하기 위한 마이크로 아이솔레이션(Micro-isolation, Individually ventilated cage rack) 시스템도 바야흐로 국내에 보급되기 시작하였다.

풍속이 증가하면 동물의 체열방산이 많이 되어 섭취량이 증가한다. 각종의 온도, 습도, 풍속을 조합한 환경조건에서, 보정된 마우스의 체온변화를 검색한 결과에 의하면, 체온의 영향은 환경온도가 가장 크며, 습도의 영향은 단일인자로는 변화가 없으나, 습도, 풍속과의 복합상태로 나타나며, 풍속의 영향은 단일인자로도, 습도, 온도의 복합상태에서도 변화가 있다.

최근 미국에서는 CFD(Computational Fluid Dynamics)에 의한 동물사육실의 기류측정 방법이 개발되어 그 연구가 매우 활발하다. 따라서 새로운 형태의 동물사육실의 구조가 개발되는 만큼 새로운 시설의 설계 또는 기존 시설에서도 적극 활용할 필요가 있다. 기존의 기류 측정방법으로서는 가장 간편한 발연관(가스검

지판)이 있다. 풍속계로서는 열식 풍속계(Tr식 미풍속계)가 있고, 연속 또는 원격 측정시에는 온도조절장치식 풍속계가 이용된다. 그 외에도 열선식 풍속계, 온도센서식 풍속계 등이 있다. 환기횟수는 불러내는 입구의 풍속을 풍속계로 측정하고 실내의 풍속을 실내의 용적으로 나누는 방법이 이용된다. 동물실의 풍속기준은 13-18m/sec가 적정 수준이다. 그러나, 가동경력이 늘어나면 그만큼 공기조기계에도 변동이 생기는 만큼 초기에 높은 수준을 설정하는 것이 유리하다.

d) 기압

실험동물 시설에서 기압 조정의 주요한 목적은 동물의 생리조건에 미치는 영향을 일정하게 하는 것뿐만 아니라, 사육실, 전실, 복도 등에 기압차를 설정하여 미생물학적 배리어를 만들어 병원 미생물 등이 배리어 구역에 침입하는 것을 방지하는 것이다. 즉 배리어의 외부 공기가 그대로 사육실구역에 유입되지 않도록 동물실은 복도보다 정압을 5mmH₂O 정도 높게, 또한 복도는 외부보다도 5mmH₂O 정도 높게 한다. SPF동물 사육에 사용되는 아이솔레이터나 클린랙(미생물 컨트롤 사육장치)도 내부에는 외부보다도 15mmH₂O 정도 양압으로 한다. 감염동물실, RI동물실, 흡입독성 실험실 등에 내부를 음압으로 하여 각각 병원 미생물, 방사성 물질 또는 인체에 유해한 물질이 외부에 확산되는 것을 방지해야 한다.

각 실별 기압설정은 설계단계에서 완벽한 계산과 설비가 중요하지만, 시공이후 완벽한 기압설정이 쉽지 않을 뿐만 아니라, 가동 후에는

기계의 노후 및 덕트 이음매의 누기(air leak) 증가로 인해 적지 않은 변동이 일어나므로 연 1회 이상 TAB 측정전문업체에 의뢰하여 보정할 필요가 있다. 또한 일정 기간 노후된 시설에서는 공기조화기 뿐만 아니라 덕트의 부식, 덕트 내부의 먼지 침착, 이음매의 결손 등 다양한 노화현상이 발생하므로 총체적인 점검이 필요해진다. 이러한 세부적인 사항에 관해 시공시에도 정밀한 시공 및 감독이 필수적이다. 물론 반영구적으로 쓸 수 있는 좋은 자재의 선정 또한 시설의 생명을 좌우한다고 할 수 있다.

1.3.3 공기정화 및 청정도

a) 환기

사육실의 환기는 동물에 신선한 공기를 공급하고, 실내의 악취물질을 제거하기 위해 실시된다. 대기중의 공기성분은 질소 약 78%, 산소 21%, 아르곤 0.9%, 탄소가스 0.03%이며, 기타의 물질은 합계하여 0.01%를 넘지 않는다. 정전이나 이와 유사한 사고에서 강제 송풍이 정지된 비닐 아이솔레이터나 마이크로 아이솔레이션 시스템의 경우에는 엄중한 필터를 통하여 공기가 교환되지 않아서 산소결핍에 의한 사망사고가 종종 발생된다. 동물실의 환기량의 지표에서는 일반의 환기회수가 이용되고 있으나, 환기회수는 온, 습도분포와 함께 분진, 냄새, 공중미생물의 상태와 관련을 가지고 있고, 10-15회/시간이 권장된다. 가능하면 초기에 적정범위 내에서 높은 환기수준을 설정하는 것이 노화현상에 대한 대비책이 될 수 있으므로 권장되는 사항이다.

실험동물시설에는 분진, 미생물, 냄새의 제거

를 포함한 공기의 청정도를 완전히 보증하기 위하여, 모든 공기를 외기에서 얻는 전외기방식이 바람직하다. 사육실의 배기의 일부를 이용하는 재순환 공기방식을 이용하면, 덕트나 공기조화기가 암모니아 가스에 부식되기 쉬우므로 에폭시 도장 현열판형교환기를 이용하는 등의 신중한 대책이 필요하다. 경제적인 이유 때문에 재순환 공기를 이용하는 경우에는, 전 급기량의 1/3정도로 하여 환기는 활성탄 필터나 고성능 필터로 여과하는 것도 필요하다.

사육실에서는 외부에서 들어오는 분진과 실내에 발생하는 동물의 피모, 사료, 깔짚, 배설물 등의 분진이 문제가 된다. 또한 분진과 함께 들어오는 세균, 바이러스, 리케치아 등도 중요한 관계를 가지고 있다. 최근 유럽에서는 동물실 분진에 의하여 관리자에 발생하는 비인후 카타르 등이 보고되고 있고, 이미 영국에서는 직업병으로서 인정되고 있다. 앨러젠(allergen)량은 실내의 습도를 54%에서 77%로 올릴 경우에는 1/2-1/10으로 감소되고, 환기회수를 14.7에서 7.7회로 내릴 경우에는 2-15배 증가하는 것으로 알려져 있다.

어느 시설의 측정결과에 의하면 1ft³중의 공기 중에 포함된 입자 직경 0.5 μ m 이상의 분진은 세정 소독후의 배리어내 동물 비수용 방에서 약 5,000(1ft³의 공기 중에 초함된 직경 0.5 μ m 이상의 분진수), 배리어내 마우스실에서 약 50,000, 컨벤셔널 마우스, 랫드 사육실에서는 약 200,000, 직원휴게실에서 약 1,000,000이 된다고 알려져 있다. 동물사육실 분진의 기준으로는 동물을 사육하지 않는 조건에서 클래스 10,000 이하로 본다. 분진 측정법으로는 파티클 카운

터(particle counter)가 가장 많이 이용되는데, 부유 분진의 직경과 농도를 직접 측정가능하므로 각 분야에서 이용되지만, 시설에서 구입하기에는 고가인 단점이 있다. 분진의 중량농도를 측정하는 디지털 분진계, 피에조 밸런스 분진계도 많이 이용되고 있다. 이러한 기기는 시설에서 구입해 이용하기보다는 측정시에 임대하여 사용하는 것이 훨씬 경제적이다.

환경요인으로서의 미생물은 공기청정도의 목표로서 공중부유세균(airborne bacteria)이 기준이 되며, 실험동물시설에는 시설의 성능평가 또는 정기적인 모니터링으로 공중세균 측정을 실시한다. 공중세균의 증가에 의한 번식성적의 저하 또는 감염증의 발생 등 직접적인 영향에 관하여는 사실 명확하지 않다. SPF 동물을 수용하여 운전을 개시한 경우에도 세균이 서서히 증가한다. 균수는 케이지 교환후 2일째부터 증가하기 시작하여 5, 6일 경에는 피크를 이루고, 그후 서서히 감소하는 것으로 보고되어 있다. 배리어 구역내의 낙하세균의 기준치는 동물을 사육하지 않는 상태에서 5-10m²에 9cm 직경의 페트리 디쉬를 1개씩 놓고, 30분간 개방(혈액한천, 48시간 배양)하여 3개 이하의 콜로니를 나타내어야 하며, 컨벤셔널 시설에서도 소독 후 30개 이하가 되어야 한다. 또한, 세균의 수뿐만 아니라 균의 종류에 대해서도 주의를 기울여야 한다.

이러한 낙하법 외에도 핀홀 샘플러(pin-hole sampler)법이 있다. 가격은 고가이나, 원격 측정이 가능하고 취급이 간단하여 추천되는 방법이다. 또한 장시간 연속 측정하는 경우에는 M/G sampler법도 이용한다.

b) 냄새

개, 설치류, 토끼는 냄새에 특히 민감하여 macrosmatic animals 라고 불리며, 후각이 발달하지 않은 개구리와 같은 동물은 microsmatic animals 이라 불리며, 사람의 경우는 양자의 중간에 해당한다. 사람이 불쾌하다고 느끼는 냄새의 원인이 되며, 생활환경에 해를 끼칠수 있는 물질은 악취물질이라 하고, 이런 물질에는 암모니아, 메틸메캅탄, 황화수소, 염산메틸, 트리메틸아민, 스틸렌, 아세트알데히드와 2황화메틸의 8가지 물질이 대표적이다. 동물실에서 악취물질로는 암모니아가 거의 모든 동물에서 많이 검출되며, 기타의 악취물질은 약간씩 밖에 검출되지 않는다.

암모니아는 요소분해 세균의 작용에 의하여, 분뇨 중의 요소가 분해되어 발생하는 것이다. 따라서, 무균동물 사육실에서는 암모니아 냄새는 감지할 수 없다. 마우스, 랫드, 기니픽, 토끼 케이지내의 암모니아 농도를 무작위로 추출하여 측정된 결과에 의하면, 0-200ppm의 범위내에 있으며, 25ppm 이상은 52%, 100ppm이상의 케이지가 21%가 있다고 보고되어 있다. 암모니아는 케이지 교환 후 2일째부터 증가하기 시작하여 5-6일에 최고가 된다. 따라서, 설치류 케이지의 교환은 최소한 일주일에 일회 이상을 권장하고 있다. 물론 깔짚의 종류에 따라라도 발생량은 다르다. 또한, 마이크로 아이솔레이션 시스템과 같이 환기회수가 높은 사육 시스템에서는 암모니아 발생율이 현저히 저하하므로 이 주일에 한번 교환하는 것도 있다.

사육실 냄새의 기준은 악취물질 중 암모니아만을 규정하며 그 기준은 20ppm으로 정하고

있다. 이외의 악취물질에 대해서는 아직 기준이 정해지지 않았으나, 기타 냄새에 대해서도 주의를 필요로 한다. 일반적으로 무심하기 쉬운 것으로서 자극적인 냄새가 나는 소독약에도 주의해야 하며, 사육담당자나 연구자의 화장품도 유의해야 한다. 특히 물샤워를 하지 않고 들어가는 실험시설에서는 특히 여성연구자들의 질은 화장품과 진한 향수에도 적절한 규제가 있어야 한다.

각종 취기물질을 측정할 때에는 실내의 공기를 집기병에 채집하여 가스 크로마토그래피로 분석하나, 암모니아에 대한 간단한 측정법으로는 검지관을 부착하여 즉석에서 측정할 수 있는 가스 검지관법이 가장 많이 이용되고 있다. 한편, 암모니아 검지경보기를 사용하면 자동적으로 위험수치를 파악할 수 있다.

1.3.4 물리적요인

a) 소음, 진동

소리는 주파수(Hz)와 음압(dB)이 복잡한 관련을 가지고 구성되어 있으며, 음의 크기를 폰(phon)으로 나타낸다. 사람이나 각종 동물의 청취 가능한 주파수의 범위는 사람에서는 20Hz에서 20,000Hz 범위의 주파수에 감수성이 있으며, 그 피크는 2,000Hz전후이나 마우스, 랫드, 햄스터, 개, 고양이 등은 사람이 들을 수 없는 초고주파의 음까지도 청취가 가능한 것으로 알려져 있다. 화재경보기의 경보음은 1m의 거리에서 90폰 이상으로 되어 있으나 벨의 소리로 실험동물의 번식이 저하하므로, 랫드에서 감수성의 역치 이하인 450Hz, 97db로 만든 경보기를 이용해야 한다. 공기조화기는 소음과 진동

이 크기 때문에 여러 가지 문제점이 많이 있으나, 소음방지나 방진대책은 설계시 부터 충분히 고려해야 한다. 특히 기계실 밑에 수술실, 실험실 또는 사육실 등을 설치하는 것은 바람직하지 않다. 소음의 기준은 60 폰 이하가 바람직하다.

소음을 측정하는 방법에는 소음수준의 측정과 주파수 분석의 두가지가 있다. 일반적으로 소음의 측정에 사용되는 것은 보통소음계이다. 마이크로폰으로 교류 전기량으로 변환하고 그것을 증폭하여 나타난 수치를 눈으로 읽을 수 있는 소음계로서, 아날로그와 디지털의 두 가지 표시방식이 있다. 평상시 운영상 간과하기 쉬운 소음원으로서 인턴폰이나 전화, 작업자나 실험자의 취향에 따른 라디오나 오디오, 스테인리스 스틸제가 대부분인 사육기자재의 이동이나 사용시 발생하는 소음, 케이지교환에 따른 각종 충격음, 작업자나 실험자의 잡담이나 웃음소리 등 찾아보면 의외로 많다. 이러한 소음원은 가능한 한 제거하거나, 직원을 훈련하여 줄이는 방법을 찾아야 한다.

진동은 아직 확정된 기준이 없고, 연구보고도 거의 전무한 상황이다. 그러나, 소음과 같이 사람이 감지하지 못하는 진동에 대해 동물은 느낄 수 있다. 예로부터 지진이나 해일이 발생하기 전 쥐들이 먼저 대피하는 현상이 그 좋은 예가 되지만, 아직까지 과학적으로 입증된 것은 드물다. 하지만, 앞으로 이에 대한 연구가 반드시 필요할 것으로 생각되며, 동물의 관리상 진동이 많은 곳은 피해야 하고, 골밀도측정기나 케이지 세척기와 같은 진동원을 항상 유념해야 한다. 또한 주변 건물의 벽체나 바닥에

구멍을 뚫는 작업 등은 사전에 협의하여 충격을 최소한으로 줄이도록 한다.

b) 조도

조명과 관련한 요소로는 파장, 조도 및 조명시간이 있다. 마우스의 자발행동은 청, 녹, 주간의 조명 하에서는 약하고, 적색 조명 하에서는 암흑상태와 동일한 최대의 활동량을 나타낸다. 따라서, 적색조명은 설치류 사육실의 야간 행동관찰 등에 이용할 수 있다. 마우스의 성주기는 5 또는 200 룩스에서 조건보다 20 룩스의 조건하에서 규칙적이며 4일주기를 나타낸다고 하며, 이유에서의 포유자의 사망율은 케이지내의 조도가 5 룩스에서 5%, 500 룩스에서 50%로 보고되어 있어 밝은 방에서의 번식은 좋지 않다.

조명은 거리의 2제곱에 반비례하여 감소하며, 케이지의 덮개나 급수병 등 때문에 감소하기 때문에 동물실의 조도가 실내 중앙의 바닥 1m 높이에서 320 룩스가 된다 하더라도 플라스틱 케이지내의 조도는 최대상단에서 250 룩스, 최하단에서 31 룩스 등 약 80배 정도의 차이를 나타낸다. 동물실의 조도를 각 케이지별로 정하는 것은 어려우나, 엄밀한 조도의 기준에서 실험하지 않으면 안되는 경우에는 사육선반의 일정한 장소에서 실시하여야 한다.

사육실의 조명에 대해서 조도는 실내중앙의 바닥에서 85cm 위에서 150-300 룩스가 표준이다. 조명의 색은 통상의 백색등 또는 형광등에서는 별다른 차이가 없다. 조명시간은 명암의 리듬이 있어서 타이머로 조절하여야 한다. 미국의 시설기준에서는 100-125ft(1076-1345 룩스)가

되는 조도를 기준으로 하고 있다. 유럽의 기준에서는 광원의 직하 1m높이에서 300-400룩스 이하로 규정하고 있으나, 최근에는 알비노계통의 랫드는 망막장해가 일어나므로 작업시에만 밝은 2중 조명회로를 설치하는 시설도 있다.

조도의 측정방법에는 시각측정법, 물리측정법, 사진측정법이 있는데, 일반적으로 물리측정법을 이용한 광전지식 조도계가 많이 이용되고 있다. 디지털 방식의 광전지 조도계는 사용하기 편리하며, 낮은 조도로부터 높은 조도까지 측정 가능하다. 형광등은 일단 한번 장착하면 꺼지기 전까지 잊고 사용하는 경향이 많은데, 시설 개시후 2년이 지나면 조도 측정을 하여 어두운 것은 교환해주는 것이 좋다. 설계시 간과하기 쉬운 사항으로서 형광등 자체의 조도만 계산하여 설계하면 아크릴 덮개로 하부를 실링하게 된 후 조도가 현저히 떨어지게 되는데, 아크릴의 투과도를 사전에 확인할 필요가 있다. 또한, 형광등의 안정기는 수명이 약 10년 정도로서, 차후에 교환하기 쉽게 복층구조로 된 천정 상부나 별도의 원격 캐비닛에 중앙집중식으로 설치하면 운영시 매우 유리하며, 노후된 안정기로부터 발생하는 초음파를 방지하는 역할도 한다. 높이에 따른 조도의 편차에 의한 동물에 대한 영향을 최대한 줄일 수 있는 방법으로서 케이지 교환시 위치를 일정 사이클로 바꾸는 것도 한 방편이 된다.

2. 실험동물시설 건축시의 기본원칙

2.1 계획과 입안

동물실험 결과의 높은 재현성을 위하여 높은

수준의 실험동물에 대한 유전과 사육환경의 여러 가지 조건에 대한 엄격한 규제가 마련되어 있다. 그런데 환경조건의 규제에 관하여서는 어떠한 장소, 시기나 누구에 있어서도, 동일한 목표의식을 가지고 한다면 전체 시설의 환경을 완전히 동일하게 하는 것이 중요하다. 충분하지 못한 시설을 기반으로 해서는 아무리 노력을 하여도 만족할 만한 운영은 불가능하다. 그러므로 계획 및 입안 단계부터 동물관리자, 동물이용자, 설계자, 시설관리자 등의 관련자들에 의한 충분한 토의와 합의에 따라 작업을 해야 한다. 따라서 동물, 건축, 시설을 이해하여 종합적인 판단을 할 수 있는 종합기획담당(Total planner)을 정하여 완성하는 것이 바람직하다.

2.2 설계와 건축

실험동물시설의 설계시 실험동물관계자와 건축가와의 의사소통이 충분히 이루어지지 않으면 훌륭한 시설이 만들어질 수 없다. 건축의 단계에서도 동물에 관련된 지식을 가지고 있지 않은 건축가에 의하여 작업이 진행되는 경우는 실험동물전문가와 건축가간의 의견교환에 노력을 기울이고 요소 요소에서 확인을 통하여 작업을 진행시켜야 착오가 없다.

2.3 검사와 정비

건물이 완성된 경우, 이른바 설계상의 사실 확인 외에도 성능에 관한 검사도 필요하다. 즉, 온도, 습도, 기류 등의 공간분포에 대한 검토와 작업상태에 돌입하였을 때의 측정이 필요하다. 실험동물시설에 있어서 대단히 중요한 점은 동물이 수용되어 번식이나 실험이 시작되었을 지

라도 당초에 설정된 여러 가지의 조건이 잘 유지되고 있는지를 항상 정기 점검해야 한다는 것이다.

2.4 운영에 대한 배려

실험동물시설은 24시간 상시 가동되므로, 상용하는 시설 및 설비를 준비하는 것은 물론 운영에 있어서도 충분한 배려가 필요할 것이다. 즉, 실험동물시설의 운영에 당면해서는 막대한 양의 에너지(전기 및 열)와 자원(용수)이 필요로 하게 되고, 그에 따른 경비와 에너지원의 확보 및 절약대책, 그 운영방법 및 수납설비에 관한 충분한 검토가 필요하다. 실험동물의 과학적이고 윤리적인 사육관리를 위한 우수한 인재의 확보와 설비나 장치의 배치가 필요하다. 그 외에도 화재, 지진 등 천재 및 기타 재해에 대한 대책, 설비의 자동화, 이중안전장치나 경보장치의 완비도 매우 중요하다.

3. 실험동물시설의 기본계획

3.1 실험동물시설의 입지

3.1.1 고려사항

실험동물시설은 일반시설과 비교하여 부수적인 부분(동물사육구역에 비하여 동물의 수입, 검역, 사육용기자재의 반입, 저장, 세정, 멸균, 폐기물의 저장처리, 공조, 변전시설, 관리 구역)이 많다는 것이 특징적이며, 사육구역이 전체 시설에서 점유하는 비율은 약 24%로 동물실험을 위한 구역(12%)을 합쳐도 약 36%에 지나지 않는다. 즉 적절한 기능을 유지하기 위해서는 예상외의 많은 부대시설을 필요로 한다. 사육

동물의 종류와 수, 사육의 규모와 형태, 동물실험의 내용, 성격, 빈도 등 상세한 계획을 제시하여 적절한 입지를 선택한다.

3.1.2 적정 시설규모의 계산

실험동물 시설에 있어서 실시되는 실험내용, 또는 연구내용에서 그 규모를 산정한다. 제일 먼저 생각할 것은 실험의 내용이다. 그러나 실험내용과 관계기관의 실험방법에 대한 제안 등에 의하여 동물종, 동물수, 실험작업량 등에 상당한 차이가 생긴다.

a) 실험동물시설의 구성

실험동물시설의 구역별 면적비율을 산출한 경우, 목적에 따라서 다음과 같이 분류한다.

- (1) 실험동물관계(Barrier system, Conventional zone, 세정구역)
 - 사육실, 청정보관구역, 청정복도, 샤워실, 사료저장고, 깔짚창고, 휴게실, 폐기물처리장 등
- (2) 실험실 관계
 - 실험실, 연구실, 임상검사실, 분석실, 저온항온실, 기계실, 약품보관실, 표본보존실, 컴퓨터실, 복도 등
- (3) 사무실 관계
 - 사무실, 응접실, 도서실, 회의실, 식당, 화장실, 복도, 보관실, 홀 등
- (4) 유틸리티 관계
 - 공조기계실, 전기실, 자가 발전기, 급배수처리실 등
- (5) 기타
 - 숙소, 제조부문 등 직접 동물실험시설과 관

런 없는 부문

b) 동물실험시설 구역별 면적비율(일본자료)

- (1) 공공기관 연구소와 민간기관 연구소의 면적비율은 거의 비슷한데, 사육실은 35.0-39.1%, 실험구역은 28.3-29.8%, 사무실구역은 10.2-14.9%, 유틸리티 구역은 16.0-20.3%이다.
- (2) 의약품개발 연구소는 상기의 시설과 비교하여 실험구역의 비율이 높아 60%정도 된다. 사육실 16%, 사무실구역 9%, 유틸리티 구역 17%로 되어 있다.
- (3) 사육부문의 면적을 1로 한다면, 시설전체의 면적은 공공기관 연구소는 2.5-3.0배, 민간 연구소는 2.0-3.0배이다.

3.2 실험동물시설의 시스템 계획

3.2.1 실험동물시설에 요구되는 사항

시설의 경우에는 건축 우선의 사고 방식에서 탈피하여 필요한 기능을 처음부터 충분하게 고려한 뒤 시설을 만들어 나가야 한다. 여기에 덧붙여 건설목적을 명확하게 하고, 현재뿐만 아니라 장래를 포함한 과제, 내용을 포함시켜 엄밀한 계획화가 사전에 예측되고, 건설구상의 작성제시가 되어야 한다. 무엇보다도 충분한 시간적 여유를 갖고 충실한 설계를 하여야 건축 및 시공 도중 잦은 설계변경으로 인한 낭비를 막을 수 있다. 동물생산시설이나 독성시험 시설은 그런 면에서 용도가 확실하므로 설계가 매우 용이하다. 특히 의과대학이나 종합병원의 연구시설에서는 향후 5년 내지 심지어는 10년 후의 연구경향까지도 파악해서 설계해야 하고,

그만큼 유연성 있게 가변적으로 설계해야 하므로 설계자의 경험과 연구자와의 충분한 사전협의가 절대적으로 필요하다.

3.2.2 건물의 배치

건물을 한 동으로 통일시킬지 아니면 목적에 따라 몇 개의 건물에 분산할 것인지에 대해서는 각각 장단점이 있다. 동물감염증의 전파방지 및 제어의 입장에서는 후자의 분리형이 바람직하나, 이용하는 사람의 입장에서 분리형은 다소 불편하다. 한정된 택지 내에서 몇 회에 나누어 순차적으로 건설배치를 할 경우에는 특히 최초의 건축시 전체 레이아웃을 설정해 두는 것이 바람직하며, 기본 구상이 충분하게 검토되어야 한다. 일반적으로 증축, 확장이 편리한 구성배치가 필요하다.

공조기기의 설치는 그 대부분을 주요기계실에 수용하여야 하며 이것과 별도로 사육실 가까이 미세조정용 기기 등을 설치할 장소와 형식을 결정해야 한다. 최근에는 에너지 등을 별도로 배치 설계하는 경우가 많으며, 폐기물 처리를 위한 시설도 일반과 별도로 설계하는 경우가 많다.

또한 일자형 건물에 통합한 방식의 경우에도 층별로 사용용도를 바꾸어 각종 기능을 분리하는 것이 잘 사용되는 방식이다. 대학 등에서는 동물실험과 동물사육 및 사육보조를 위한 시설을 특히 일반의 실험실을 포함한 연구시설에서 분리하여 배치하는 경우가 많다. 동물실험을 위한 시설에서는 상당히 많은 사람이 왕래하므로 건물분산의 방식은 불편하다. 가능한 통합시켜 한 개의 건물 내에 위치시키고, 별관

동이라 하더라도 복도를 연결시켜 사용이 편리하도록 고려하는 것이 좋다.

3.2.3 미생물 제어방식

실험동물시설에는 수용하는 동물의 미생물 제어 정도에 따라서 격리방식(무균동물, 노토바 이오트 사육, 마이크로 아이솔레이션 시스템), 폐쇄방식(배리어 시설이며, SPF동물이 주로 수용되는 방식) 및 개방방식(컨벤셔널 동물 수용)으로 나눌 수 있다. 배리어 시설로 설비가 완비되었다 하더라도 반드시 폐쇄방식이 완전히 유지 가능한 것은 아니고, 운용관리방법에 따라 그 정도의 차이는 현격하다. 즉, 적절한 운용관리가 이루어져야 제기능이 발휘 되는 것이다.

3.2.4 사육 환경조건의 설정

사육 또는 실험의 환경이 동물 생산 또는 실험성적에 영향을 줄 수 있다는 것은 잘 알려져 있다. 적절한 조건범위로 유지하지 않으면 안 되므로 공기조화기도 이를 위하여 설치 운영된다. 동물종별로 다소 차이는 있으나 각각의 환경인자에 따라서 설정되는 각 목표치를 유지하기 위한 노력을 해야 한다. 적어도 온도, 습도, 기류속도, 기류분포, 환기회수, 기압, 냄새, 분진, 미생물, 소음, 진동이 이러한 환경조건의 대상이 된다.

3.3 구역 배치에 따른 동선의 설정

각 구역에 따라서 동물 및 사육에 필요한 각종자재, 또는 사육관리자나 실험자 등 사람의 이동을 제한하는 것은 시설내 미생물 제어(동

물에 대한 방역대책 등) 및 화학 물질 오염제어(동물실험 성적의 악영향 방지, 사람에게 대한 위험을 방지) 등의 필요성 때문에 설치된다. 시설내 동선의 설정은 위에서 설명한 것 이외에 공기의 흐름도 포함하고 있다. 건물배치에 따라 동선은 청정오염, 동물반출-입수의 (동선의) 교차가 일어나지 않도록 단순 계획화한다.

4. 실험동물시설의 설계 및 건축실무

4.1 기능계획과 구조계획

수용동물의 종류, 환경제어의 요구 정도, 시설이용의 목적, 가까운 장래의 증축이나 형태변경의 예정 등에 따라 건축의 형태와 구조는 다양하다.

4.1.1 일반계획

일반적으로 실험동물시설은 부지조건에 따라 차이는 있지만 가급적 저층으로 하는 것이 유리하다. 고층일 경우는 미생물 컨트롤을 위한 배리어는 1층에 설치하는 것이 바람직하다. 의과대학의 시설은 대개 건물 최상층에 위치하는 경우가 많다. 이것은 옥상에 기계실을 설치하므로써 공간활용의 장점이 있으나, 기계실의 방음 및 방진장치를 충분히 하지 않으면 소음과 진동의 영향을 받게 된다. 지하는 특별한 경우가 아니면 경제적으로 불리한 점이 많으나, 공간활용상 유리한 점도 많으므로 적극 고려해볼만하다.

4.1.2 평면계획

청정복도와 오염복도를 분리하여 사육실의

양측에 설치하는 형식은 미생물 컨트롤 면에서 훌륭하고, 복도가 외기와 사육실과의 사이에서 완충지대가 되어 공기조화의 부하가 적어지면 서도 양호한 온도분포가 되는 이점이 있다. 중앙복도식이나 편측복도식을 채택할 경우 직접 외기에 접하는 사육실에서는 외벽면으로 충분한 단열처리를 하지 않으면 균일한 실온분포의 실현에 한계가 있어 에너지소비도 커지고, 또한 결로가 생기기 쉽기 때문에 주의를 요한다.

4.1.3 설비 계획

동선과 같은 양상으로 액체나 에너지의 경로인 설비선(air-duct, 배관 등)의 적절한 배치 및 부착도 미생물 제어의 기능을 크게 좌우하게 되므로 청정 및 오염의 각 동선, 설비선, 공간 상호의 교차나 근접에는 정상 운영시, 고장시, 보수시 등의 각 상태를 고려하여 계획의 초기부터 충분히 검토할 필요가 있다. 동시에 건축 설비는 건물 본체보다도 내구연수가 상당히 짧으므로 연속운영에 대하여 일상적인 보수점검 및 교환을 위해서도 충분한 공간이 필요하다.

또한 상하방향의 pipe-shaft나 duct-space는 청정, 오염의 계통을 분리하고, 충분한 넓이와 함께 적절한 수량을 적절하게 배치할 필요가 있다. 일반층과 설비층을 교대로 설치하는 복층구조(interstitial space system)는 외국에서 많이 시행되고 있다. 이러한 복층구조를 갖추진 못하더라도 설비에 대한 점검과 관리가 충분히 이루어질 수 있는 천장의 공간이 확보되어야 한다. 특히 헤파필터 박스가 각 방마다 설치되고, 천장의 패널이 현수식으로 시공될 때에는 더욱 천장의 공간이 필요하여, 최소한 2

미터 이상 설치하는 것이 좋다.

4.1.4 구조계획

실험동물시설의 건축에 있어서는 철근 콘크리트 구조와 철골 구조를 각각의 특색에 맞게 조합을 하고, 모양의 변화가 있을 가능성이 높은 부분은 패널로 하는 등 사육목적이나 실험 내용에 따라서 탄력적으로 계획을 세우는 것이 바람직하다.

5. 건축실무

5.1 각 부분의 일반구조

5.1.1 바닥

바닥의 마감리는 매끄러워도 미끄러지지 않을 것, 내수성, 내마모성, 내약품성이 클 것, 선반이나 기자재 등을 놓아도 요철이 생기지 않을 것을 기본 원칙으로 한다. 세정을 하는 바닥에는 트랩이 부착된 배수구 또는 배수피트를 설치하고, 적절한 물의 구배를 바닥면에 설치한다. 세정을 주기적으로 실시하지 않는 실에서는 트랩의 물이 차 있는 상태를 유지할 수 없기 때문에 바닥배수구에는 타공이 된 개폐식의 뚜껑을 부착하여 이용한다. 바닥 마감리 자재는 벽면에 적어도 10cm 이상, 해당 구역의 사용법이나 재료시공의 난이도에 따라서는 그 이상을 세워 올리고, 청소를 용이하게 하기 위하여 모서리 부분에는 반경 3-5cm의 sanitary corner를 설치한다.

5.1.2 내벽

벽의 마감재가 매끄러우면 균열이 생기기 어

렵고, 내수성, 내약품성, 내마모성, 내충격성이 큰 재료와 그 재료에 부합되는 공법에 따른다. 철근 콘크리트 바닥의 경우에도 몰타르 등의 중간 마무리재의 재질에는 균열을 방지하기 위한 충분한 주의가 필요하다. 칠골바닥에 보드류나 패널류를 붙인 마감공법을 채용하는 경우 균열이 잘 생기지 않는 재질을 선택하고 충분한 유연성이 있는 코킹재로 눈에 보이는 곳을 채우면 상당히 엄밀한 미생물 컨트롤을 실시하는 구역에서도 적용이 가능하다. 몰타르나 보드류로 중간마무리를 하고 그 위에 직물 등을 붙인 다음 도장을 실시하는 것도 균열의 방지에는 효과적이다. 벽과 벽 또는 벽과 천정이나 대들보 사이의 모서리부분도 미생물의 번식을 방지하기 위하여 sanitary corner를 설치하는 것이 바람직하다. 이 경우 반드시 동일한 재질을 사용할 필요는 없다. 배관의 벽 관통부에는 엄밀하게 요구되는 미생물 제어에 어울리는 코킹이 필요하다. 또한 벽의 세정방법에 따라서는 내열성이 요구되는 경우도 있다.

5.1.3 천정

소독이 가능할 수 있도록 이에 상응하는 내약품성 및 내수성을 가진 재료와 공법으로 할 필요가 있다. 경우에 따라서는 내열성도 필요로 한다. 복층구조방식은 콘크리트 슬라브의 하면이 그대로 천정이 되어 벽과 천정의 마무리를 일체화하여 기밀성을 유지할 수 있는 점이 우수하다. 현가식 천정방식에 의한 경우는 천장 위로부터 실내로 오염을 방지하기 위하여 천정면의 밀폐에 충분한 대책이 필요하다. 아울러 이러한 경우 천정 내부 공간의 청정도

유지에도 충분한 배려가 필요하다. 천정면의 전부 또는 일부를 조화공기의 배출구로 사용하는 경우에는 세정 및 소독이 가능한 금속제 다공판으로 하는 것이 바람직하다.

5.1.4 창문

사육실의 외부창은 설치하지 않는 것이 바람직하다. 창문은 불균등한 조도분포나 실온분포의 원인이며, 특히 동절기에 결로가 생기기 쉽다. 복도에는 작업 관리상 외부창이 필요한 경우도 많다. 결로 대책과 청정도에 대한 기밀성을 검토하여 둘 필요가 있다. 내부창을 실과 실 사이 또는 실과 복도의 사이에 설치하는 경우, 조명이나 공기조화가 동일한 조건으로 이루어지는 경우에는 문제가 없으나 각각의 조명 시간대가 다른 경우라면 차광막이 필요하다.

5.1.5 출입문

사육실의 문은 반복되는 소독이나 세정에 대해서 견딜 수 있고 오염의 축적을 일으키지 않도록, 내약품성(또는 내열성) 도장을 실시한 금속제와 스테인리스 스틸제의 flush door로 하는 것이 바람직하다. 문의 개폐방향은 실내의 기압이 실외에 대해서 양압일 경우에는 안쪽으로 열리게 하고 음압일 경우에는 바깥쪽으로 열리게 하는 것이 원칙이다. 사육실의 문에는 kick plate를 설치하는 것이 바람직하다. door closer를 부착하여 자동폐쇄형으로 할 것인지 아닌지는 작업순서를 검토하여 결정한다. 관찰창은 매우 유효한데 너무 크게 할 필요는 없고 복도의 조명이 실내에 영향을 미치지 않도록 한다. 개나 원숭이 등의 사육실에서는 안에서

바깥이 보이지 않게 하는 것도 필요하다. 사육실과 오염복도와의 사이나 샤워실의 전후와 같은 배리어를 형성하는 부분의 문에는 interlock 장치를 설치하는 것이 안전하다.

5.2 각 실 및 각 구역의 기능, 구조

5.2.1 사육실

사육실의 크기는 랙의 규격, 수용방식, 수용두수, 실내의 온도·습도, 기류, 조도, 청정도, 사육관리, 작업방식 등을 종합적으로 검토하여 결정한다. 랙의 실내 배치도상 편측단열형, 중앙복열형은 작업공간 측면에서 보면 비경제적이고 특수한 경우에 한한다. 양측복열형은 경제성과 기류분포의 양면에서 권장된다. 게다가 실을 크게 하여 다열형으로 하면 경제성은 높아지지만 기류분포, 온도 및 습도분포의 균일성을 유지하는 것이 어려워진다.

수용두수가 적은 경우라 할지라도 서로 다른 품종의 동물을 동일한 사육실에 수용하는 것은 피하는 것이 좋으므로 이 점을 고려하여 각 사육실의 크기와 실 수를 정할 필요가 있다. 마우스, 랫드와 같은 소동물 사육실의 크기는 벽과 벽사이에서 폭 3m, 길이가 4-10m로 하고 케이지랙의 배열은 양측복열형을 기본으로 한다. 이 크기에서 편측단열형으로 하면 기니피, 토끼, 고양이, 개, 원숭이 또는 염소, 양 등의 중대동물을 소수 수용할 수도 있다. 특히, 커다란 사육실을 필요로 하는 경우에는 폭을 3m의 배수로 한다. 마우스, 랫드와 같은 소동물만을 수용하는 경우에는 사육실의 폭을 2.5m 이하로 작게 하는 것도 가능하다. 랙의 높이는 1.8m로 제한하는 것이 좋다. 천정의 높이는 조화공기

의 급기방식에 의해서도 좌우되지만 통상적으로 2.3-2.7m의 범위에 있는 것이 바람직하다.

급기구는 실내에 가능한 한 균등하게 기류를 이룰 수 있는 성능을 가짐과 동시에 동물이 과대한 기류를 느끼지 않게 할 필요가 있다. 또한 급기구의 재료 및 구조는 필요에 따라서 해체해서 세정 및 소독이 가능하도록 계획하는 것이 바람직하다. 배기구의 위치도 기류분포에 따라서는 온도분포에 커다란 영향을 미치는 수가 있으므로, 케이지랙의 뒤쪽이나 바닥 근방으로 많이 분포되는 방법이 자주 이용된다. 이 경우 배기구의 재료와 구조에는 배기구 자체의 세정, 소독이 용이한 점 이외에 바닥이나 벽을 세정하는 경우도 고려하여야 한다.

사육실 또는 그 전실에는 원칙적으로 급수(냉온수)전과 싱크대를 설치한다. 자동수세장치를 사용하는 경우에는 그것을 위한 배수의 접속구가 필요하다. 중동물실과 같이 고형물이 많은 곳에서는 바닥을 세정하기 위한 배수구는 비트형식으로 하는 것이 좋다. 또한 중앙 음수 공급 장치를 이용하는 경우에는 별도의 배관도 필요하다.

조명기구는 천정에 직접 부착된 형 또는 매립형이 바람직하다. 매립형으로 하는 경우에는 천정재와의 사이, 전구와 커버사이 등이 오염되지 않는 구조로 된 것을 사용한다. 천정에 유리, 플라스틱판 등을 박아 밀폐 고정하고, 복층(interstitial) 공간측에서 전구를 장착하고 보수를 실시하는 것도 좋은 방법이다.

사육실에서는 동물에 주야의 리듬을 부여하기 위하여 타이머 스위치에 의하여 12시간 주기로 자동적으로 점멸되거나 조도의 변화를 주

는 방식으로 조명을 한다. 이러한 경우 비상시의 입퇴실을 위한 수동 스위치도 필요하다. 실험에 따라서는 광조절장치(dimer)가 필요한 것도 있다.

5.2.2 전실

전실은 청정도가 서로 다른 구역간을 위한 완충구역이 되는 동시에 간단한 처치실로 이용되는 경우가 많다. 실내의 마감재는 사육실에 준한다.

5.2.3 복도

사람 및 기자재의 이동을 용이하게 하고, 동시에 청결하게 유지하기 위하여 적어도 1.3m 이상의 폭이 필요하며, 가능하다면 1.8m 이상으로 한다. 벽의 손상을 방지하기 위하여 가드레일(wall guard)을 설치하는 것이 좋는데, 분진이 쌓이지 않고 청소가 용이한 구조가 바람직하다. 벽의 돌출부위에는 높이가 1.2m 이상의 스테인리스 스틸, 고무 또는 플라스틱계의 코너 빔을 설치한다. 복도의 유지관리를 위한 급배수 설비, 전원 등은 복도에 직접 설치하는 것이 바람직하다.

5.2.4 청정준비실(배리어 구역의 작업실)

실내 마감재, 조명기구 등은 청정복도에 준하지만, 조도는 작업면 위에서 적어도 200룩스는 필요하다. 일반적으로 청정준비실은 청정복도와 공간을 공유하면서 세정, 멸균실과 고압 증기멸균기, 케이지나 랙의 세정기, pass box 등을 설치하여 이용하고 있다. 배리어 시스템에 있어서 이러한 기기가 관통하는 사이의 칸

막이벽은 관통부분에 빈틈이나 균열이 생기지 않도록 충분한 대책이 필요하다. 세정멸균실과는 인터폰 등의 통화장치를 설치하는 것이 좋다.

5.2.5 샤워, 에어샤워

샤워와 에어샤워구역은 오염과 청정구역의 접점이기 때문에 공기차압, 기류방향, 문의 기밀성 및 interlock 등을 종합적으로 검토하여 설계할 필요가 있다. 사람의 배리어 출입에 있어서 샤워 및 에어샤워 등의 효능에 관한 정설은 없으나 배리어 시설에서는 설치하는 경우가 많고, 탈의공간은 필요하다. 이러한 배리어의 구조에 대해서 샤워, 약욕 등 물을 사용하는 시설과 그 외 시설은 세정이나 고도의 소독이 가능한 내장재로 하는 것이 바람직하다. 보통 장시간 사용하는 일은 없으므로 충분한 보수를 전제로 하여 도제타일을 이용하여도 무방하다. 내장재를 전부 스테인리스 스틸이 부착된 것으로 하는 것은 이상적이기는 하나 경제적 부담이 크다.

5.2.6 세정멸균실

케이지 세척기나 랙 세척기가 다소의 소독효과도 있다고 되어 있으나 멸균을 필요로 하는 경우에는 이러한 세정기는 세정실내에 설치하고 세정후의 모든 기자재는 배리어 연결부의 멸균기를 통할 필요가 있다. 멸균기는 일반적으로 세정기자재 뿐만 아니라 사료나 음수의 멸균에도 이용된다. 기기와 작업동선의 필요공간이외에, 일시적인 저장을 위한 공간을 충분히 확보할 필요가 있다. 미생물 콘트롤의 정

도를 다르게 한 여러개의 구역을 갖고 있는 시설에서는 각각 별도의 세정멸균실을 설치하는 것이 바람직하다. 세정멸균실은 청결하게 유지하는 것이 당연하지만 엄밀한 의미에서의 청정 구역은 아니다. 세정멸균실은 작업의 성질상 오염의 기회가 많으므로, 바닥은 빈번한 세정에 대해서 견딜 수 있는 내마모성, 내약품성과 함께 방수구조로서, 벽도 거의 동일한 양상의 재질 및 구조로 할 필요가 있다. 천정도 내수성, 내약품성인 것이 바람직하다. 조명기구의 설치시 전기설비기기는 모두 방수구조로 된 것을 이용한다. 세정실내에서는 열과 수증기의 발생이 많기 때문에 충분한 환기가 이루어지는 구조로 합과 동시에 국소냉방을 실시하는 것이 바람직하다. 조도는 300-750룩스를 필요로 한다.

5.2.7 처치실, 수술실

소동물의 간단한 처치는 사육실이나 전실 등에서도 실시하지만, 수술이나 복잡한 처치를 위해서는 사육실로부터 독립된 처치실(수술실, 실험실)을 설치하는 것이 일반적이다. 중동물의 수술이 필요한 시설에서는 동물병원에 준하는 무균수술실을 설치한다. 바닥은 감전과 누전사고에 대비한 장판을 사용한다.

5.2.8 회복실

수술실에는 부수적으로 회복실을 설치한다. 사육실에 준한 내장재와 구조로 하고 반드시 단독사육용 케이지를 이용한다. 필요에 따라서는 집중간호(IC.U.) 시스템을 사용한다. 무균 공기를 송풍하고, 실온은 그 동물의 사육실 온

도보다 약간 높게 설정하며, 가능한 한 개별제어방식으로 한다.

5.2.9 마취실, X선실 등

필요에 따라 설치한다. 구조 및 내장은 수술실에 준하고, 설비는 병원 또는 동물병원에 준하여 대상으로 하는 동물에 합당한 크기로 한다. X선실은 방사선관련법규에 합당한 구조로 하되, Access floor로 바닥을 만드는 것이 유리하다.

5.2.10 창고

시설을 운영하다 보면 의외로 수납공간이 모자르게 되므로 설계단계에서 충분히 확보할 필요가 있으나, 전체적으로 충분한 공간을 확보하지 못한 상황에서는 좀처럼 설계하기 어려운 부분에 속한다.

- a) 기자재창고 : 예비사료통, 급수병, 케이지, 케이지랙 등을 보관한다. 크기는 작업순서를 검토하여 정한다.
- b) 사료창고, 깔짚창고 : 저장계획에 적합한 크기로 하고, 청결하게 유지하기 쉬운 내장으로 한다. 방화, 방서, 방충 설비를 갖추는 것과 동시에 곰팡이 등에 의한 변질이 일어나지 않도록 저온 및 건조한 환경을 유지할 필요가 있다.
- c) 청정창고 : 소독 또는 멸균된 기자재, 깔짚, 사료 등을 보관한다. 수용능력과 크기는 작업순서를 검토하여 결정한다. 닦아내는 청소형식을 취하는 사육실에 준한 구조 및 내장재로 배리어 구역내에 설치할 경우에는 사육실과 동일한 형식의 청정공기조화를 실시

한다.

d) 폐기물창고 : 동물의 사체는 소각 또는 시설 외로 반출될 때까지 냉장 또는 냉동 보관하는 것이 원칙이다. 사용할 수 없는 깔짚이나 동물의 분변 등도 일시보관의 대상이 된다.

오염물이 외부로 빠져나가지 않는 구조가 필요하며, 야생쥐나 곤충이 서식하지 않도록 하는 대책이 요망된다. 폐기물을 장시간 보관하는 것은 좋지 않다.

5.2.11 관리실, 사육사를 위한 공간

관리실은 사육사 대기실 부근에 있거나 인접되어 있으면 편리하다. 근방에는 당직실, 개의 실 등을 설치하고 동물실, 물품반입실과도 연락을 원활하게 한다. 관리실은 또한 중앙감시실을 병행하여 공기조화, 급배수위생, 전기, 방재 등의 제반설비를 24시간 감시할 수 있는 태세로 있는 것이 바람직하다. 대규모 실험동물 시설에서는 관리영역으로 독립된 중앙감시실을 설치하여 중요한 자료의 2차감시실로 운영한다. 직원 건강 및 복지를 고려하여 휴게실과 라카룸 등의 설치도 필수적이다.

5.2.12 검역실

일반동물의 검역실은 오염실로서 취급할 수 있으나, 동시에 외부로부터 오염저지의 노력, 궁극적으로는 배리어 구역, 경우에 따라서는 감염실험실과 동일한 배치와 적절한 환경 컨트롤을 실시할 필요가 있다.

5.2.13 기계실

공기조화설비, 위생 급배수 설비, 냉수설비,

열원설비, 전기설비 등을 위한 기계실은 24시간 가동을 보장하기 위하여 보수관리를 위한 충분한 공간을 필요로 한다. 복층공간은 한가지 해결방법이 되지만 그렇게 한다고 하여 중앙기계실의 필요성이 없다고 단정할 수는 없다.

5.2.14 엘리베이터 및 리프트

동물, 사료, 기자재 등을 운반하는 충분한 수송능력(최소 1톤 이상)을 갖춘 엘리베이터 및 리프트가 필요한데, 사람용과는 구별하는 것이 좋다.

6. 설비

6.1 공기조화 설비

6.1.1 공기조화기의 목적

실험동물시설에서의 공기조화기는 1) 신뢰성 높은 동물실험 성적을 얻기 위하여 동물사육실 및 실험실의 환경조건을 동물에게 가장 적합한 상태로 유지함과 더불어, 2) 실험자 및 사육사의 건강에도 가장 적합한 상태를 유지하는 것을 목적으로 한다.

6.1.2 공기조화기 방식

전공기식은 공기조화기를 기계실에 설치하여 온도, 습도나 공기 청정도를 고도로 조절할 수 있다. 각각의 규모의 정도높은 공기조화에 적용가능하나, 전외기 방식을 선택하는 것이 좋다. 단일덕트 방식 중에 컨벤셔널 방식은 각실의 열부하조건이 달라질 경우에도 각실 상호간의 온 습도의 차이를 피할 수 없으며, 각실의 설정치에서 크게 달라질 우려가 있다. 실험동물시설로서는 실의 수가 적고, 조건이 일

정하게 갖추어진 경우에 사용될 수 있으나 다수의 방을 공조해야 할 경우에는 바람직하지 않다. 터미널 리히팅 방식은 각 실의 온도를 그 설정치에 적절한 상태로 조절 가능하므로, 많은 방을 개별적으로 조절하는 경우에 적절한 방식이다. 그러나, 에너지 절약에는 부적합하다. 가변 풍량방식은 터미널 리히팅 방식에 비하여 에너지 효율이 높으나, 방의 환기량이나 기류 분포가 변동되므로 습도의 차이가 크게 나기 쉬운 결점이 있다. 2중 덕트 방식은 터미널 리히팅 방식보다 응답성이 좋고, 송풍량도 일정하게 되어, 정도 높은 온도 조절이 가능하다. 미국을 비롯한 유럽에서는 실험동물 시설의 공기 조화방식에 가장 많이 사용하는 방법이나, 제 경비가 비싸고, 에너지 효율면에서 혼합 손실이 크므로 높은 정밀도를 필요로 하는 경우에 적합한 방식이다. 멀티존 유니트 방식의 경우는 2중의 덕트 방식을 간이화 시킨 것도 있으나, 방에 기계실을 둘러싼 것과 같은 배열 방식의 경우에는 경제적이다.

수공기식은 외기를 기계실에 설치된 일차 조화기에서 일정한 온습도로 조절하여 각 실에 송풍함과 동시에, 각 실 혹은 각 구역에 냉수, 온수, 증기 등을 보내어, 실내 또는 구역 유니트에서 각 실의 열부하를 부담시키는 방식이다. 존유니트 방식중에서 대형의 것은 전공기식의 구조화기를 질적으로 큰 차이 없이, 또한 3차 처리로서 터미널 리히팅 방식 등을 조합하여 사용하는 것이 가능하며, 선정의 기준은 전공 냉식에 준한다. 펜코일 유니트 덕트 병용방식은 다른 방의 환기가 혼입되지 않고 각 방마다 습도 조절이 가능하며 에너지 효율이 높으나,

실내의 기류 분포는 유니트 형식으로 제한된다. 펜코일 유니트 방식은 그 속에 미생물이 부착할 가능성도 있으므로 배리어 시설이나 감염동물 시설에는 적합한 방식이 아니다.

개별식중 전외기형의 패키지 유니트 방식은 전공기식의 간이화된 방식으로 소규모의 실험동물시설에 사용되는 것이 가능하다. 터미널 리히팅 시스템을 부착하는 것도 가능하다.

6.1.3 공기정화장치

공기정화장치의 주 대상은 급기처리에 분진(대기 먼지, 모래, 화분가루 등) 및 미생물이 있으며, 배기 및 환기처리에 분진(동물의 털, 비듬, 깔짚, 사료가루 등), 미생물, 악취가스 등이 있다. 분진 및 미생물의 제거에는 주로 에어필터를 이용한다. 전기 집진기는 여과 효율이 높으나, 정전이나 고장의 경우에는 전혀 무력하다. 살균 등으로 미생물을 불활성화시키기도 하나, 효과는 반드시 확실한 것은 아니므로, 보조적인 역할로 한정하여 사용해야 한다. 가열 살균은 상당히 효과적인 미생물 제거법이나, 급기처리로서는 열수지상 현실적이지 못하다. 악취가스의 제거에는 대상 가스의 성질에 따라서 활성탄 또는 활성 이산화망간 등이 성형된 가스필터를 사용한다.

배리어 시설에의 급기 및 감염동물 시설에서의 배기의 처리에는 HEPA필터를 사용한다. HEPA필터에는 큰 분진에 의한 막힘 방지를 위하여 반드시 프리필터를 설치해야 한다. 또한 HEPA필터의 교환 간격을 보다 길게 하기 위하여 중성능 필터를 끼우는 것이 바람직하다. 급배기를 중지할 수 없는 HEPA필터에는 운전

하면서 교환 가능하도록 2계통을 설치하고 번갈아 사용하는 것이 바람직하다. HEPA필터는 방별로 1조를 설치하는 것이 바람직하나, 기계실의 공기조화기에 설치된 경우에는 공기처리량이 과다하지 않도록 주의하는 것이 필요하다.

통상의 가스 필터는 분진의 부착에 의하여 성능이 저하되기 때문에, 프리필터를 설치하여야 한다. 전외기방식의 배기에서 열회수를 위하여 전열 교환기를 이용할 경우에는 환기덕트내에 활성탄 프리 필터나, 고성능 프리 필터를 설치하여 암모니아나 미생물의 역류를 방지한다.

6.1.4 공기분배 장치

배리어 구역의 급기덕트나 감염 동물시설이나 RI 동물시설의 배기덕트 등에는 핸더부착, 코킹, 용접 등의 방식으로 정밀한 기밀 구조가 요구된다. 또한, 동물실의 배기덕트, 환기덕트, 세정실의 배기덕트 등은 각각 암모니아나 사용약제 등에 대하여 내부식성을 갖게 할 필요가 있다. 공기덕트의 구조는 내부에 분진 등이 가능한 체류하지 못하도록 설계한다. 토출구, 흡입구와 공기덕트의 연결부분은 충분한 기밀성을 가지고 있어야 하며, 접합 부분 해체도 동시에 용이해야 한다. 터미널 리히팅 등의 연결부도 동일하다. 배기의 흡입구 전후에는 동물의 털이나 먼진을 방지하기 위하여 프리필터가 필요하나, 가끔씩 세정 또는 청소를 행해야 막히는 것을 방지할 수 있다.

6.1.5 급기구 및 배기구

공기 출입의 방법에는 벽면의 다공판에서 일

정하게 출입하는 층류식이 채용되는 경우도 있으나 일반적으로는 천정에서 아네모스타트형 디퓨저(동심원 윤상), 연속다공판형 등이 사용되는 경우가 많다. 이러한 흡배기구의 위치는 랙의 배열을 고려하여 설계하는 것이 중요하다. 다공천정에서 급기하는 방식은, 적당한 기류의 분포가 보장되므로 추천되고 있으나, 천장내면의 오염배출을 완전하게 해야 할 필요가 있다. 배기구의 수나 위치는 방의 크기에 의하여 결정되나, 일반적으로 방의 한쪽 또는 양쪽 바닥보다 다소 상층부에 설치할 필요가 있다. 너무 바닥면에 접하여 위치하면, 바닥면을 세척할 경우 오염될 가능성이 있다.

6.1.6 냉방설비 및 열원설비

실험동물시설의 냉각 설비인 냉각기나, 열원설비인 보일러는 사계절 연속 운전을 보증할 수 있어야 한다. 또한 동물 시설 전용의 것을 사용하는 것이 바람직하다. 냉각기나 보일러는 각각 2대 이상을 설치하여 시설전체의 최대부하를 분할하여 부담시키는 방식을 채택하여 1대가 고장났을 경우에도 나머지 기기로 최소한 동물 사육구역에 필요한 기능을 확보할 수 있도록 하는 것이 좋다. 냉, 온수 보일러는 50-100%의 예비기계가 필요하다.

6.2 공기조화설비의 유지관리

6.2.1 유지관리 기본사항

시설에서 동물의 사육 및 실험에 필요한 적절한 환경을 유지하기 위해 각종 기기 및 장비의 유지관리를 충분히 수행하여 그 기능을 안전하게 발휘할 수 있도록 해야 한다.

- (1) 건물준공후 인도시에 설계자 및 시공자로 부터 설계의 의도 및 취급에 관해 충분한 설명과 설계도(초기 및 최종도면) 및 시방서를 모두 받는다.
- (2) 설비기구 및 장비의 실제 특성을 파악한다.
- (3) 설비기기의 정비계획을 세워서 사전예방관리에 노력한다.
- (4) 관리에 대한 도면 및 관계자료, 시험성적표 등을 정리하여 보관한다.
- (5) 운전에 관한 기록, 기기대장의 작성, 보관에 노력한다.
- (6) 관리작업을 하는 담당자의 안전성을 확인한다.

6.2.2 유지관리의 분류

공기조화기의 유지관리항목 및 그 작업내용은 다음과 같이 분류할 수 있다.

- (1) 적응성의 검토: 각 설비에 적합한 기기, 장비가 설치되어 운전되고 있는 지를 검토하고, 부적당한 경우에는 신속히 개수한다.
- (2) 일상의 점검: 기기, 장비의 운전 데이터를 기록한다. 기기의 운전시 또는 정지시의 상태, 손상, 마모, 헐거워진 상태를 점검한다.
- (3) 세부점검과 보수: 일상적인 점검을 할 수 없는 부분에 대해 기기의 성능저하를 방지하기 위한 정기적인 점검 또는 기기의 청소, 마모부의 주유, 패킹의 교체 등을 수행한다.
- (4) 분해, 처치 및 조정: 지장을 초래할 우려가 있는 부분에 대해 기기를 분해하고, 처치, 부품의 교체, 조정 등을 한다.
- (5) 수리: 일상적인 관리에서 정상적인 운전 또

는 상태가 유지 불가능한 것은 신속히 수리한다.

6.2.3 유지관리상 주의사항

건물의 공조에 사용하는 기기는 그 사용정도, 사용상황 및 연수가 경과함에 따라 노화현상이 발생하고, 각종 고장이나 기기의 내외부에 부식이 생긴다. 이러한 고장의 조기발견에 노력하고, 일상적으로 기계를 정비하여 항상 정상적인 상태를 유지하여 운전할 수 있도록 집중하여야 한다.

동물시설의 공조설비는 24시간 운전할 필요가 있으므로 그 정비에 있어서는 장시간에 걸친 운전정지나 실내의 환경조건이 격변하지 않도록 주의해야 한다. 기기의 운전에는 반드시 정비가 필수적이며, 이 정비의 방식에 의해 시설이용자에게 불편을 초래하거나 시설관리면에서 큰 손실을 줄 수 있다. 이러한 손실을 미연에 막기 위해서 유지관리에 노력하는 것이다. 유지관리란 고장이 일어나기 전에 선수를 쳐서 수리나 교체를 하여 고장을 막는 것이지 사고 후에 외양간을 고치는 식이 되어선 이미 사후약방문에 그치게 된다.

점검과 정비를 계획적으로 이행해야 한다. 기계마다 점검항목을 확인해 가면 정비부족에 의한 돌발사고는 거의 막을 수 있다. 그러나 점검하기 어려운 곳이 있거나, 제품하자 등의 원인으로 예상외의 사고가 일어나는 일도 적지 않다. 이 문제에 대처하기 위해 실제가동시간 단위로 보수관리를 하면 좋다. 즉 기기나 부품의 사용시간의 기준을 정해 놓고 그 가동시간이 경과하면 무조건 부품의 교환, 기기의 분해,

정비를 하는 것이다.

6.3 급배수 위생설비

6.3.1 급수 설비

실험동물시설의 상수는 일반용수라도 수도물의 표준 청정도보다 낮은 것을 사용해서는 안 된다. 보일러용 급수는 24시간 운전을 보장하기 위하여 필요에 따라 연화처리 설비를 갖춘다. 급수관에는 염화비닐라이닝강관을 사용하는 것이 바람직하다. 배리어 구역 내에 공급되는 물은 소독이 필요하다. 물의 소독 방법은, 차아염소산, 요오드포름 등의 약액을 첨가하는 방법과 가열, 여과 등에 의한 방법이 있다. 동물의 급수용으로는 역삼투압정수(R/O water)가 효과적이다. 배리어 구역의 배관은 부식이나 오염을 방지하기 위하여 플라스틱관 또는 스테인리스 스틸관이 이용된다.

사람의 화장실 청소용, 케이지의 자동세정수, 실내 세정수는 중수를 이용하는데, 소독을 충분히 행함과 동시에 소독의 적부를 점검해야 한다. 중수를 위한 배관과 설비는 기타의 급수 설비와 명확히 구별해 둘 필요가 있다.

6.3.2 급탕설비

실험동물시설의 급탕 설비는 (배리어 구역외의 일반 급탕설비, 배리어 구역내 급탕설비, 온수설비의 3계통으로 분류하여 계획할 필요가 있다.

6.3.3 증기설비

공기조화설비 외에 고압증기 멸균기나 각종의 세척기 등에 있어서도 증기가 대량으로 사

용된다.

6.3.4 특수 배관 설비

흡인을 위한 진공배관이나, 마취가스, 질소, 압축공기 등의 배관을 필요한 경우가 있다. 배관이나 접속기구의 재료나 구성은 병원 설비에 준한다.

6.3.5 배수설비

실험동물시설에서 배출되는 배수시설은 일정한 정화과정을 거쳐서 배출한다. 화장실 이외에 사람의 일상생활에서 생기는 배수에 대해서는 용량 결정 후 설비 공법 등에는 일반 건축과 특별한 차이는 없다. 화장실의 배설물을 처리하는 배수는 종말처리장에 직접 방류되지 못하는 지역에서는 오수정화처리를 해야 한다. 대부분의 실험동물시설에는 합병 처리방식을 취한다. 세척실 계통의 배수는 동물의 배설물이 많아 주로 유기성분을 다량 함유하고 있어 오수(고 BOD) 정화 설치로 처리할 필요가 있다. 또한 동물실에서는 소독약을 많이 쓰므로 활성미생물을 살균할 수 있으므로 저류조의 용량을 크게 확보하여 활성도를 낮추고 pH 조정도 용이하게 한다.

사육실에서 나온 세정배수는 거의 오수로서 취급한다. 자동사육 장치에서의 배수는 오수로서 정화 장치에 보내어 처리한다. 소규모의 사육시설에는 그대로 정화 장치에 유입시키는 것도 있지만, 성능이 좋은 파괴 장치에 의하여 고형물(분변 등)을 가능한 한 분쇄하여 처리하는 것이 바람직하다. 배관소재로는 일반 오수에 준하나, 직경은 적어도 15cm를 필요로 한

다. 그러나 환경이 커도 유수량이 적을 경우에는 흐르지 않는 경우도 있으므로 주의할 필요가 있다. 세정수량은 정화 장치의 용량 결정에 주의할 필요가 있다. 실내의 배수구에는 마개 또는 스크류캡을 설치하거나, 각 지관의 점검이 용이하도록 적절한 위치에 트랩을 설치한다. 횡관은 가능한 짧게, 또는 점검이 쉽도록 구조 및 사양을 결정하고 고형물이 저류되지 않도록 충분한 수심을 고려할 필요가 있다.

6.4 전기설비

6.4.1 전기설비 계획

a) 상업용전원

상용전원의 신뢰성을 향상시키기 위하여는 복수회선 수전이 바람직하다. 전기회사의 배전 상황에 따라 불가능한 경우와 전원의 부담경비가 큰 경우도 있으므로 한국전력과 협의하여 결정하는 것이 필요하다. 2회선 수전방식은 2개 이상의 변전소에서 계약에 의하여 전원을 따오는 방식으로 정전시 자동으로 다른 변전소의 전원이 공급되는 방식이다. 루프 수전방식은 특별고압전원의 경우 정전이 없는 전원이나 예비전력 계약비용이 높다.

비상전원은 정전시 화재보안 전원으로 사용된다. 시동시간은 10초 시동이 가능한 디젤기관에 의한 즉시 발전형과 일반적인 40초 시동형의 2가지가 있다. 무정전전원은 정전시에도 순간적인 단전이 없고 고질의 전원공급이 가능하다. 백업시스템이므로 일반전원과 전환 회선을 가지고 있는 것이 좋다. 그 외에도 구내의 보수점검이나 사고 등에 대응하기 위하여 배전 모선을 분할함과 동시에 중요한 부하의 간선은

2중화시키는 것이 좋다. 또한 정전시간 단축이 필요한 경우에는 배전반이나 제어반내의 간선 전원을 자동전환시키는 것이 바람직하다. 배전계통은 관리구역에 따라 분리시키는 것이 필요하다.

비상전원의 비상발전기의 가동여부를 정기적으로 점검하기 위해서 모의사고 훈련을 시행하는 것도 좋은 관리방안이다.

6.4.2 전등, 콘센트 설비

a) 조명기구, 콘센트, 스위치의 종류

세척 및 증기나 약액의 분무가 행해지는 사육실에 있어서는 방수형의 조명기구나 콘센트를 사용한다. 또한 약제의 분무, 훈연이 실시될 경우에는 내부식성이 요구된다. 실내 스위치의 종류에는 방수구조와 내부식성이 요구된다.

b) 전등, 콘센트의 배선계획

전등, 콘센트 분전반의 계통 분류 및 각 분전반에서 분지회로의 계통 구분은 고장이나 수리를 할 경우 전기 사용이 광범위하게 지장을 초래하지 않도록 고려하는 것이 필요하다. 분지회로상 조명기구의 부하는 동시 점등시의 수치를 선택한다. 콘센트 분지 회로의 최대부하는 실의 사용목적에 따라서 결정한다. 사육실, 샤워실, 준비실, 사육실복도, 세정실, 실험실 등 물이나 약제의 영향을 받는 실을 대상으로 하는 회로에는 분지 회로의 배선용 차단기로 반드시 ELCB (Electric Leak Circuit Breaker; 누전 차단기)를 이용한다.

c) 배선공사

배리어 구역을 형성하는 벽, 천정은 원래의 형태대로 청정, 오염의 구분에 어떤 역할을 하고 있는 격벽을 관통하는 전선관은 관통후 충분히 실링을 하였는지 등을 검토해야 한다.

6.4.3 동력설비

a) 동력설비부하

전기선의 기동방식에는 직접 스위치를 넣는 직접방식 이외에 스타델타 방식, 저항기 방식 등 각각의 기동기를 사용하는 방식등이 있다. 실험동물 시설에 있어서는 과대한 전류에 의한 사고나 그 처리작업이 시설의 기능을 크게 손상시키므로, 비교적 소용량의 설비인 경우에도 적절한 기동기를 적극적으로 사용하는 것이 바람직하다. 24시간 연속 운전이 필요한 경우에 기기류의 전동기 스위치는 정전회복시에 자동복귀(수동 조작에 의하지 않는 자동 재통전) 방식이 필요하다. 이러한 경우 재기동전의 점검 기회가 없으므로 만일 실내의 기압차가 일시적으로 역전되지 않도록 적절한 순서대로 수차례에 걸쳐 재 기동하도록 해야 한다.

b) 동력 배선설비

동력 배선은 충분한 경보기구와 고장 표시기구를 갖춘 중앙감시, 중앙제어 방식을 선택하여 종합적인 관리체제로 모으는 것이 에너지 효율면에서 바람직하다. 이 경우 중앙제어 시스템의 고장시 중요구역의 운전을 보장하기 위한 국소적 발전장치를 병용하여 설치하는 것이 좋다.

6.4.4 배전, 변압기설비

정전에 의한 운전 정지를 피하기 위하여 2개 소의 다른 계통으로 회로를 설치하는 것이 바람직하나 우리나라의 경우는 전력회사가 하나이므로 불가능하다. 그러나, 배리어 시설이나 감염동물시설 및 특수 동물시설에 있어서는 적어도 각 구역의 기압차를 확보하기 위하여 송전 기동력 확보는 반드시 필요하며, 장기에 걸친 실험을 해야 할 경우, 특히 냉동기나 보일러의 일부를 운전하기 위해서는 용량도 적절한 수준을 유지해야 한다.

- 참고문헌 -

1. BIOMEDICAL RESEARCH MANUAL V.I 동물실험법 제1권 동물실험의 기본: 김길수, 김충용, 김휘을, 신호철, 이민재, 이상목, 한상섭, 한진수 역, 도서출판 정담 간, 1996
2. 실험동물의 시설: 국립보건안전연구원 발행 1995
3. 제7판 실험동물의 관리와 사용에 관한 지침 (Guide for the Care and Use of Laboratory Animals: ILAR: NAP, 1996): 한상섭, K.J. Lee 감수; 김길수, 양승돈, 이민재, 한진수 역; 열린출판사 간, 1998
4. 가이드라인-실험동물시설의 건축および設備: 日本建築學會編; アドスリー 간, 1996
5. 實驗動物の環境と管理(Environmental Control of Laboratory Animals): 山内忠平 저; 出版科學總合研究所 간, 1985
6. Handbook of Facilities Planning, Vol. 2 Laboratory Animal Facilities: Ed. Theodorus Ruys; Van Nostrand Reinhold, NY. 1991

7. NIH Ventilation Design Handbook on Animal Research Facilities Using Static Microisolators, Vol. 1,2:Farhad Memarzdeh; NIH, 1998
8. 實驗動物施設の設計: 日本建築學會編; 彰國社, 1989
9. 가이드라인-實驗動物施設の建築および設備: 實驗動物施設基準研究會編; 清至書院, 1983
10. Occupational Health and Safety in the Care and Use of Research Animals: ILAR, NRC, National Academy Press, 1997
11. The animal house: design, equipment and environmental control. In: The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals: Pile T, ed., UK: UFAW(Universities Federation for Animal Welfare), 1989
12. 實驗動物ハンドブック: 長澤 弘, 藤原公策, 前島一淑 共編, 養賢堂發行, 1983
13. 1997 ASHRAE Handbook: Fundamentals: American Society of Heating, Refrigeration, and Air conditioning Engineers, Inc. I-P ed., 1997

NEWS

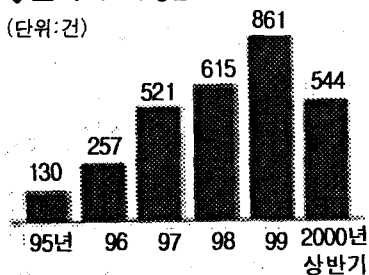
공단주변 악취·먼지 민원 해마다 늘어나

공단지역 주민들이 악취나 먼지오염 등으로 내는 환경관련 민원이 해마다 큰 폭으로 늘어나고 있다. 27일 환경부에 따르면 지난 95년 1백30건에 불과했던 환경관련 민원이 96년 2백57건으로 2배 가까이 늘어난데 이어 97년 5백21건, 98년 6백15건, 99년 8백61건으로 크게 늘어나고 있다. 올 들어서도 지난 6월말까지 5백44건의 민원이

접수됐다.

원인별로는 악취가 전체(95년 이후 총 2천9백28건)의 73.5%인 2천1백53건을 기록했고 먼지·매연(3백59건)과 불법

공단지역 환경민원 추이
(단위:건)



소각(45건), 소음·진동(32건)

등이 그 뒤를 이었다.