무균돼지 사육시설의 동선계획에 관한 연구

A Study on the Circulation System of Germ Free Pigs' Facility

권 순 정*
Kwon, Soon-jung

Abstract

At the moment, a lot of interest in the research on Gnotobiotic Pigs are increasing in order to produce alternative human organs. So, it is very important to design and build proper housing facilities for Germ Free Pigs. Among the design issues related to Gnotobiotic Pigs' farms, circulation system takes a high position because it carries an important role in keeping the pig's housing environment aseptic. Considering those, this study aims to propose the guidelines for the design of circulation system in Germ Free Pig's facilities. The results of this study are as follows.

At first, functional areas of Germ Free Pigs' facilities have been divided into three categories according to the clean level; aseptic area, semi-aseptic area, and non-aseptic area. Secondly, the basic principles of circulation system have been proposed. Finally, circulation system of Gnotobiotic Pigs' facility has been explored as a form of diagram according to the circulating subjects. These include human circulation, pig's circulation, and goods' circulation. This study has some limitations in that it is transcendent and lacks empirical evidence. Despite of some weaknesses, it is expected to give some useful guidelines for the design of circulation system in Germ Free Pigs' facilities.

키워드 : 무균돼지, SPF 돼지, 일반돼지, 동선계획, 청정도, 실험동물
Keywords : Gnotobiotic Pigs, Germ Free Pigs, SPF Pigs, Conventional Pigs, Circulation System, Bio level, Laboratory Animal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

각종 불치병, 인간장기의 손상 등으로 말미암아 신체장기에 대한 수요가 높은 반면 이의 공급이 부족해 장기이식을 대기하는 환자들이 상당수에 이른다. 그리고 이러한 장기를 생산하는 방법에는 여러 가지가 있으며 그 중의 하나로 인간의 장기와 유사한 크기를 갖는 소형의 무균돼지를 이용하여 필요한 장기를 생산하려는 시도가 다각도로 이루어지고 있다. 이때 돼지가 무균적으로 유지되어야 하며, 장기이식시 불필요한 감염이 발생하지 말아야 한다. 이를 위해서는 1차적으로 무균돼지를 무균환경에서 생산하는 것이 필요하게 된다.

돼지 사육에 있어 무균환경을 유지하기 위한 방법에는 여러 조건들이 필요하다. 이 가운데에서도 시설내 동선계획이 매우 중요하다. 이러한 동선계획은 실제 작업의 효율성에 직접적인 영향을 미치는 것은 물론, 적정한 동선계획을 통해 시설내 청정지역이 쉽게 오염되지 않도록 하는 역할을 할 수 있기 때문이다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 장기이식용 무균돼지사육시설의 계획시 바람직한 동선계획의 원칙을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 방법

연구의 방법은 우선 문헌조사, 시설방문조사를 통하여 동선모형을 도출한 다음 전문가 회의를 통하여 제시된 동선모형을 조정하는 방법을 취하였다. 그러나 이렇게 조정된 동선모형은 어디까지나 이론적인 모형이었으며, 이를 실제 설계에 적용하는 과정에서 상당부분 수정이 필요하였다. 본 연구에서는 이와 같이 실제 설계에 적용하면서 검토되었던 동선시스템을 정리하여 무균돼지 사육시설의 동선시스템으로 제시하였다. 무균돼지사육시설의 동선은 크게 사람동선, 돼지동선, 물품동선으로 구분하였으며, 물품동선은 다시 사료동선과 시설내 기자재동선, 의류동선 등으로 세분하였다.

* 아주대학교 공과대학 건축학과 부교수, 공학박사, 학회 이사

이 연구는 농림부에서 시행한 바이오장기생산사업의 연구결과임.
과제번호 200506010501

문헌조사는 AAALAC (Assciation for Assessment And Accreditation of Laboratory Animal Care), NIH (National Institute of Health) 등에서 제시한 실험동물실에 관련된 규정, 무균돼지관련 선행연구 및 국내외 연구문헌분석을 통해 이루어졌다. 시설방문조사는 미국의 2개 무균돼지사육시설과[1], 국내의 서울대학교 의과대학부설 특수생명자원연구센터, 그리고 최근에 건립된 대전의 한국화학연구원 안전성연구센터 등에 대하여 이루어졌다. 이 가운데 안전성연구센터는 주로 설치류 등을 사육하는 시설이지만, 시설내 청결동선과 오염동선이 분명하게 구분되어 청결구역내 실험동물들의 오염을 최대한 방지하는 구조로 되어 있어 본 연구의 조사대상에 포함시켰다.

2. 동선계획의 전제

2.1 기능의 설정

본 연구에서는 이 시설의 기능을 무균돼지의 생산과 사육, 그리고 생산된 돼지의 외부 반출을 기본으로 하며 이에 수반되는 제반 기능을 수행하는 것으로 한다. 세부동선계획의 전제가 되는 운영방식 및 기능의 설정은 각 동선별 분석에 포함한다. 국내외적으로 무균돼지 사육시설의 운영방식이 아직 충분히 체계화되지 못하였기 때문에, 본 연구에서는 무균환경의 유지를 고려한 운영방식을 전제로 동선을 분석하였다.

2.2 무균돼지의 생산과정

무균돼지의 조성을 위해서는 우선적으로 일반돼지로부터 SPF[2]돈군을 조성하고, SPF 돼지로부터 무균돼지를 얻는다. SPF급의 돼지는 일반 임신돈의 자궁을 적출하여 얻어진다. 소형의 무균돼지를 얻기 위해서는 SPF돼지를 인공수정 한 후 이 돼지를 별도의 구역(대기돈사)에서 사육한 다음, 다시 이 돼지의 자궁적출을 통해 무균돼지를 확보한다 (이신호, 외, 2005). 이때 SPF 모돈은 사망하며, 시설외부로 반출된다.

2.3 기능공간의 설정

우선 시설에 설치되는 공간의 명칭이 결정되어야 동선의 흐름이 설명될 수 있다. 물론, 기능공간의 구성이 달라지면 동선계획도 달라진다

무균돼지의 생산과정을 고려할 때 돈사는 크게 SPF 돈사, 대기돈사, 무균돼지돈사 등을 포함하여야 한다. 그리고 수정란 이식 및 제왕절개수술을 위한 수술실과 간단한 실험실이 요구된다. 나머지 공간으로는 직원들이 근무하는 행정 및 관리공간, 물품 및 기자재, 사료 등을 보관하고 세척, 소독, 공급하는 서비스공간 등이 있다.

표 1 무균돼지 사육시설의 기능공간

구분	기능공간		
	청결구역	통과구역	비청결구역
돈사 구역	SPF돈사, 대기돈사, 무균돈사, 전실, 내부사료창고, 착의공간	샤워실	청결로딩독, 탈의실
수술 및 실험 구역	수술실, 보육실, 창고, 착의공간	전실, 부검실, 사체보관실, 샤워실	실험실, 로딩독, 탈의실
서비스 구역	내부준비실, 소독실,		물품로딩독, 외부사료창고, 기자재창고, 공작실, 외부준비실, 세탁실, 린넨창고, 일반창고
행정 구역			사무실, 휴식실, 회의실, 연구실, 사육인 근무실, 창고
기계 전기 구역			기계실, 전기실, 발전기실, 중앙관리실

무균돼지사육시설내 돈사구역의 무균환경을 유지하기 위해서는 시설내 공간의 청정도를 설정하고 이에 따라 실내공간들의 그룹핑, 동선계획, 실내기류의 흐름 등이 계획되어야 한다. 즉, 청결공간과 비청결공간이 하나의 구역에 설치되지 않아야하며, 청결공간은 청결공간과 그룹핑되어야 한다. 또한 기류의 흐름은 청결구역에서 비청결구역의 일방향으로 흐르게 계획되는 것이 청결구역의 오염을 최소화할 수 있다. 청결구역과 통과구역, 비청결구역에 속하는 각각의 기능공간은 표1과 같다. SPF 급이상의 무균돼지가 사육되거나 이동하는 공간, 그리고 돈사구역에 공급되는 소독된 물품이 경유하는 영역 등을 청결구역으로 보았으며, 사육공간 밖의 영역을 비청결구역으로 설정하였다. 청결구역과 비청결구역 사이의 중간영역은 통과구역으로 설정되었다. 부검실은 외부의 일반돼지인 임신돈이 반입되어 자궁적출을 하여 SPF 자돈을 얻는 곳이므로 여기서 청결하지 못한 일반돼지와 청결을 요하는 SPF 자돈이 공존하게 된다. 물론 SPF 자돈은 보육기 속에 있으므

1) Iowa 소재의 LIDIF (Livestock Infectious Disease Isolation Facility) 및 Struve Labs, Inc. 등이 있다.

2) Specific Pathogen Free, 무균돼지는 아니지만 몇 가지 지정된 균이 없는 돼지로 일반돼지보다는 매우 엄격한 환경에서 사육된다.

로 외부환경으로부터 보호된다. 이러한 점을 감아한여 부검실은 통과구역으로 설정하였다.

돈사구역에는 우선적으로 앞서 언급한 3가지 돈사 외에 내부의 청결환경을 유지하고 출입을 통제할 수 있는 전실, 각종 물품 및 사료 등을 보관할 내부 창고, 그리고 출입시 거쳐야하는 샤워 및 탈의공간 등이 포함된다. 이외에도 돈사 구역에는 생산된 무균돼지를 외부로 반출하는 청결로딩독이 포함될 수 있다.

수술 및 실험구역에는 우선적으로 수술실과 수술후 돼지의 사체를 보관하기 위한 냉장고, 각종 샘플을 간단히 실험할 수 있는 실험실, 수술후 자돈을 보호하기 위한 보육실(Incubator), 부검을 시행하는 부검실, 탈의 및 샤워실, 각종 창고 등이 요구된다. 이밖에 수술 및 실험구역에는 외부의 돼지를 받을 수 있는 로딩독(비청결)이 필요하다.

서비스구역에는 우선적으로 물품을 받고 내보낼 수 있는 물품용 로딩독이 필요하다. 물론 돼지와 관련된 여러 개의 로딩독이 설치되는 경우, 대지 여건 및 내부공간계획, 운영방침 등에 따라 일부 로딩독은 통합하여 계획할 수 있을 것이다. 돼지 사료와 관련해서는 내외부 사료창고가 각각 필요하다. 돼지사육과 관련된 기자재 관련된 공간으로는 기자재창고 및 공작실, 기기세척실(외부준비실) 등이 있다. 서비스 구역에서 물품을 소독하고 이를 돈사구역으로 보내기 위해서는 소독실과 내외부준비실, 전실(패스룸) 등이 필요하다. 또한 작업자의 의류 및 장화 등을 수거하고 세탁, 보관하는 공간으로 수거실, 세탁실, 린넨실(수선실), 창고 등이 있다. 작업자들이 샤워할 수 있는 탈의 및 샤워실은 돈사구역과 별도로 설치하는 것이 바람직하다.

관리 및 행정관련공간으로는 사무실이 있으며, 직원들이 휴식할 수 있는 휴식실(다과실 포함), 회의실, 연구실, 사육인 근무실, 창고 등이 있다.

무균돼지 사육시설은 고도의 청정환경을 지속적으로 유지해야하는 시설로 많은 에너지를 소모한다. 따라서 고도의 설비시스템과 이를 수용하는 설비공간이 별도로 확보되어야 한다 (권순정 외, 2006: 57).

3. 동선계획의 원칙

무균돼지 사육시설의 동선계획을 위해서는 여러 가지 기본요건들이 충족되어야 한다. 사례시설의 방문조사 및 문헌에서 나타난 사항을 중심으로 이를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 교차감염을 최소화할 수 있는 구조로 동선계획이 수립되어야 한다. 이를 위해서는 오염구역과 청결구역의 직접적인 연결이 억제되어야 하고, 청결구역은 여러 단계의 통과구역을 거쳐 진입하는 구조가 될 필요가 있다. 또한 청결구역으로 들어가기 위해서는 적절한 소독구역을 거치는 것이 필요하다.

둘째, 업무의 효율성을 증진할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 동선이 간결하고 편리하게 계획되어져야 한다. 현장 답사에서 나타났듯이 동선이 불필요하게 길어질 경우 시설내 근무자들이 계획된 동선에 따라 움직이지 않고, 교차감염의 우려가 있는 대체 동선을 사용할 가능성이 높아지기 때문이다. 아울러 동선이 길어질 경우 이에 따른 면적의 증가와 관리유지의 어려움이 있으므로 유의할 필요가 있다.

셋째, 수직동선보다는 수평동선체계를 활용하도록 계획한다. 계단이나 승강기를 포함하는 수직동선은 청결관리가 어려울 뿐 아니라 부피가 크거나, 무거운 물품 등을 이동하는데 장애가 올 수 있으므로 부지 및 공간배치가 허용되는 한 최대한 수평동선을 사용하는 것이 바람직하다.

넷째, 동선공간과 기능공간을 분리하여 동선을 계획한다. 이동동선이 기능공간을 통과할 경우 이동이나 작업에 방해를 받을 수 있으며, 기능공간의 밀폐성이 유지되기 어려우므로 특수 목적[3] 이외의 이동동선은 가급적 별도로 계획하는 것을 원칙으로 한다.

다섯째, 무균돼지 사육시설은 외부인에 대한 통제 및 여러 물품의 검수를 필요로 하므로 시설의 보안기능이 강화되어야 한다. 따라서 시설의 출입구가 과다하게 계획되지 않아야 하며, 출입문을 비롯한 주요공간의 출입구에 보안장치가 계획되어야 한다.

4. 동선주체별 동선계획

무균돼지 사육시설에서 움직임을 발생하는 주체는 크게 사람, 돼지, 물건, 유체 등으로 구분할 수 있다. 여기서 유체는 청정공기의 공급 및 오염공기의 배출, 급수 및 배수 등을 포함한다. 유체의 동선은 건축계획적인 측면보다는 기계설비의 측면이 강하므로 본 연구에서는 분석대상에서 배제한다. 따라서 동선주체별 동선계획은 사람을 중심으로 돼지, 그리고 물품에 국한하여 분석한다.

3) 전실이나 샤워실의 경우처럼 청결실로 들어가기 전에 거쳐야하는 공간은 예외로 한다.

4.1 사람의 동선

사람은 크게 행정직원의 동선, 가축을 사육하는 사육인의 동선, 시설 및 기자재 등을 관리하는 동선 등으로 구분된다. 행정직원은 직원용출입구를 통해 출입하며, 별도의 샤워나 소독을 하지 않고 통상 출입구에 인접 사무실에서 근무한다.

사육인 및 연구자는 행정직원과 같은 입구를 사용하지만 돈사로 들어가기 위해 샤워 및 환복을 한 후 우선 청결복도에 진입한다. 무균돈사로 들어가기 위해서는 돈사 입구의 PDS (Personal Decontamination System)[4]에서 다시 소독을 하며, SPF 및 대기돈사로 들어가는 작업자는 청결복도에서 전실을 거쳐 돈사로 들어간다. 각각의 돈사에서 작업을 마친 작업자는 돈사 후면에 별도로 계획된 퇴실복도를 통해 다시 비청결구역으로 나오게 된다(그림 1). 이것은 진입복도와 퇴실복도를 각각 별도로 계획한 경우이지만, SPF 및 대기돈사에 있어서는 반드시 퇴실복도를 설치할 필요는 없는 것으로 조사되었다.

돼지사육실로 들어가는 작업자 외에 내부준비실, 수술실, 보육실 등의 지원시설에서 작업하는 사람들의 동선이 있다. 이들은 대부분 별도의 샤워실을 통해 해당 공간에 진입한다. 그리고 수술실, 부검실, 보육실, 창고 등의 공간은 동일인이 왕래할 수 있다. 그러나 내부준비실은 청정도가 매우 높기 때문에 별도로 구역에 계획하는 것이 바람직하며 다른 작업공간동선과 교차하지 않도록 계획하는 것이 바람직하다(그림 1, 2). 내부준비실의 경우 동선계획상, 무균돈사와 SPF 돈사용으로 구분될 수 있으며, 이 경우에는 두개의 내부준비실이 계획된다. 그리고 이 두개의 내부준비실은 무균돈사용 샤워실 및 SPF 돈사용 샤워실을 통해 진출입할 수 있다. 내부준비실은 외부준비실과 인접되어 있지만 이 두 공간은 확실한 차단이 필요하다. 외부준비실은 아직 소독되지 않은 물품이 모여 있는 곳이고 내부준비실은 소독후 물품을 보관하는 곳이기 때문이다. 따라서 동일한 사람이 내부준비실과 외부준비실에서 동시에 작업할 수 없다.

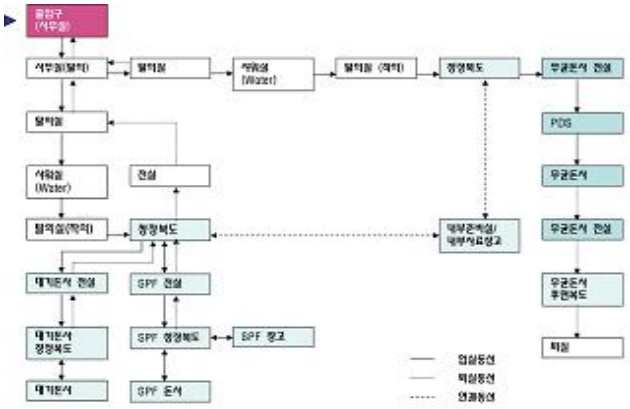

그림 1. 돈사내 작업자 동선체계

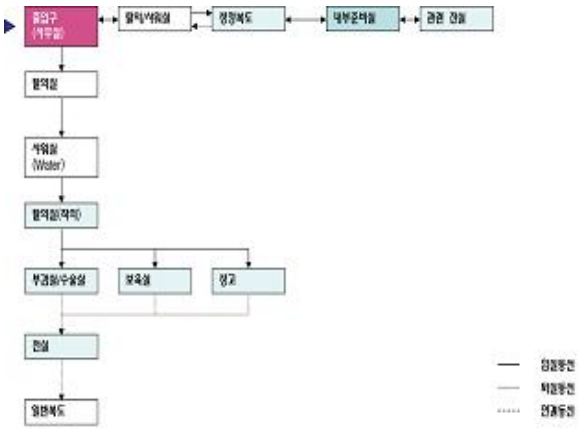

그림 2. 수술실 및 보육실의 작업자 동선체계

이밖에 사람의 동선으로, 세탁물관리 동선, 하역동선, 청소 및 시설관리 동선, 연구 및 실험동선, 관람인 동선 등 다양한 동선이 있으나 본 연구에서는 무균돈사의 중심공간인 청정지역내 돼지사육과 관련된 사람의 동선으로 연구의 범위를 제한하였다. 이러한 부대적인 동선은 건축물의 형태, 시설의 운영방침 등에 따라 매우 유동적이며 사육되는 돼지의 청정도 유지에 직접적인 영향을 거의 미치기 않기 때문이다.

4.2 돼지동선

돈사내에서 돼지들은 스스로 이동하는 것이 아니고 작업자들이 돼지를 이동시키기 때문에 엄밀히 말하면 돼지동선은 돈사내 작업자들의 동선과 상당부문 중복된다. 그러나 돼지가 청정도가 다른 공간을 이동할 때 돼지의 동선은 연속적이지만 작업자는 패스룸에서 다른 작업자에게 돼지를 인계하기 때문에 사람들의 동선은 연속적이 되지 못한다. 이런 점에서 돼지와 사람의 동선에 차이가 생긴

4) 출입자의 외부 표면 전체를 소독약으로 소독을 하여 주는 기계이다. 무균돈사의 무균상태 유지를 위해서는 출입 인원에 대한 확실한 소독이 필요하다. PDS의 구성은 외부 표면 소독 관련 분무장치, 출입자 호흡관련 라인 등이며, 기성제품의 구입이 가능하고, 필요시 제작할 수 있다.

다.

무균돼지의 생산절차를 보면 우선 일반돼지로부터 자궁적출을 통해 SPF 급 돼지를 만들고, 다시 SPF 급 돼지에서 자궁적출을 통해 무균돼지가 얻어진다. 그리고 최종적으로 만들어진 무균돼지는 연구 등의 목적으로 이 돼지를 필요로 하는 곳에 하역장을 통해 공급된다. 돼지의 동선은 이러한 내용을 반영하는 기본적인 동선체계를 갖는다.

그림 3. 돼지의 동선체계

이러한 과정을 단계별로 무균돼지사육시설내 공간과 연관지어 파악하면 다음과 같다. 우선 분만직전의 일반돼지(conventional pig)를 로딩독에서 하역하여 바로 부검세정실로 옮긴다. 여기서 이 돼지를 세척 및 소독하고, 바로 제왕절개수술을 하여 자궁적출을 통해 SPF 급의 자돈을 얻는다. 이때 모돈은 사망하며, 사체는 부검실에 인접한 냉동고에 보관되었다가 추후 반출된다. 여기서 생산된 SPF 급의 자돈은 부검세정실에 인접한 보육실(Isolator 실)로 옮겨 수일간 인큐베이터에서 보육하다가 별도의 이동기구(chamber)를 이용하여 소독실의 소독조(deep tank)를 거쳐 SPF 돈사로 들어간다. 경우에 따라 이 자돈은 연구를 위해 다른 시설로 반출될 수 있다. SPF 돈사로 들어간 자돈은 여기서 성장하고 임신하고 또 자연분만을 함으로써 SPF 돈군을 조성한다. SPF 구역에서 분만한 모돈을 이유 후 6일차에 수술실로 옮겨 수정란 이식을 하고 임신이 확인된 임신돈을 분만 전까지 대기돈사에서 보호한다. 이 임신돈이 분만시기가 되면 이를 다시 수술실로 옮겨 자궁적출을 통해 무균의 자돈을 얻게 된다. 이것이 무균돼지이다. 물론 수술후 모돈은 냉동실에 보관되었다가 로딩독을 통해 외부로 반출된다. 여기서 얻은 자돈은 보육실로 옮겨져 보육기 내에서 수 일 보낸 후, 패스박스를 통해 무균돈사로 이동된다. 그리고 이 자돈이 무균돈사에서 사육되고 번식하여 무균돼지의 돈군을 형성하게 된다. 형질전환 돼지의 경우도 무균돼지와 같은 동선을 경유하여 생산관리될 수 있다.

외부기관의 연구실험을 위해서는 무균돼지가 외부로 반출되어야 한다. 이때 무균돼지는 무균돈사에서 무균돈사의 퇴실복도를 통해 로딩독으로 전달되어 외부로 반출된다(그림 3).

4.3 물품동선

무균돈사에서 다루어지는 물품의 종류는 매우 다양하다. 본 연구에서는 SPF 및 무균돈사 내에서 가장 많이 사용되고 무균돼지 사육에 필수적인 사료동선과, 재활용이 가능한 케이지 등의 기자재동선, 세탁물(의류)동선 등에 대하여 논의의 범위를 한정한다.

1) 사료동선

무균돼지 사육시설의 사료는 크게 무균돈사용, SPF 돈사용, 그리고 대기돈사용의 3가지로 구분된다. 세 경우 모두 공급되는 사료는 무균의 상태를 유지해야 한다. 사료동선은 다른 동선과 달리 공급동선만 있고 회수동선은 없다. 배설물을 통해 축산폐수로 처리되기 때문이다.

그림 4. 사료의 동선체계

무균돼지의 사료는 기본적으로 외부에서 감마라디에이션을 이용해 소독처리한 것을 구입하여 외부창고에 보관하다가 외부준비실을 거쳐 외부를 소독한 후 내부준비실로 이동한다. 혹은 오토클레이브에서 120℃로 20분간 포장지 내부까지 살균 소독을 할 수 있다. 다만 이 경우는 영양소의 파괴가 일어나고, 사료가 뭉치는 경향이 있어 내부보관이 용이하지 않다. 소독이 끝난 사료는 내부준비

실에서 각각 무균돈사, SPF 돈사, 대기돈사로 공급되며 통상 3-4일치가 한 번에 공급되기 때문에 여유분은 각 돈사내의 창고에서 보관하다가 필요시 급이되는 경로를 거치게 된다(그림 4).

2) 기자재동선

무균돼지 사육시설의 기자재에는 돼지우리(pen) 및 관련 부속물, 보육기, 돼지이동카트, 수술 및 실험도구 등이 포함된다. 기자재의 공급은 청결 로딩독을 통해 이루어지며, 우선적으로 로딩독에 인접한 기기창고에서 보관된다. 저장된 물품은 필요시 외부준비실에서 간단한 세척을 하고 소독기를 거쳐 내부준비실에 잠시 보관된다. 그리고 이 기자재가 사용되는 돈사구역, 또는 수술실 구역 등으로 이동된다. 내부준비실은 기자재가 공급되어질 부서의 청결복도에 연결되어 소독된 기자재가 위생적으로 소요공간에 공급될 수 있어야 한다.

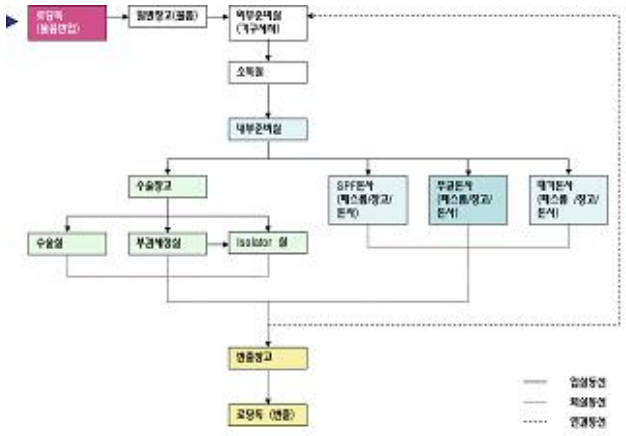

그림 5. 기재재 동선체계

기자재가 사용된 후에는 이를 재활용하는 경우와 폐기처분하는 경우로 구분된다. 재활용하는 경우에는 사용된 기자재가 외부준비실로 이동되어 세척 및 소독된 후 다시 재사용되는 동선구조를 갖는다. 폐기처분할 경우 사용된 기자재는 반출창고에서 대기하다가 외부로 반출된다(그림 5).

그리고 기자재가 고장나 수리가 필요한 경우에는 기기창고 인근에 설치된 공작실에서 기자재를 수리하여 다시 사용할 수 있으며 외부준비실을 거쳐 재활용되는 동선체계를 갖는다.

3) 의류동선

연구원 또는 작업인력이 돈사에 출입할 때 입는 재활용 가능한 의류 및 장화 등의 동선을 의미한다. 무균돈사 출입시 별도로 착용하는 일회용 무균작업복은 이 동선계획에서 제외하였다. 연구원 및 돈사내 작업인원의 의류 등은 외부에서 구매하여 로딩독을 거쳐 우선 창고에 보관된다. 그리고 의류의 사용이 필요할 경우 세탁한 후[5] 외부준비실, 소독실, 내부준비실을 통과하여 탈의실에 비치된다. 이때 탈의실이 수술실, 대기돈사, SPF 돈사, 무균돈사 등에 각각 설치된 경우에는 각각의 공간에 소요량을 분산하여 비치한다.

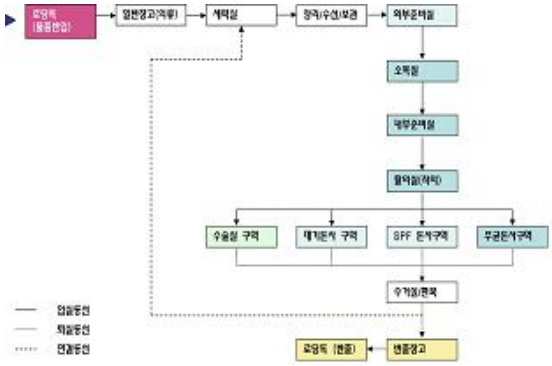

그림 6. 의류 동선체계

의류 등을 필요공간에서 사용한 후 해당 의류를 착용한 작업자 등은 비청결구역의 탈의실에서 자신의 옷으로 환복한다. 사용한 의류 등이 많이 훼손되어 재활용이 어려운 경우 외부로 반출되어 폐기되고, 재활용이 가능한 경우에는 다시 세탁실로 옮겨 세탁한 후 린넨실에 보관하였다가 재사용한다(그림 6).

5. 결 론

바이오장기의 생산에 대한 필요성 및 이와 관련된 연구의 증가로 점차 무균돼지에 대한 수요가 높아지고 있으며, 이에 따라 무균돼지를 효과적으로 생산하기 위한 무균돈사의 필요성이 제기되고 있다. 그러나 아직 세계적으로 무균돼지를 생산하는 본격적인 무균돼지 사육시설이 거의 없는 실정이다. 이에 따라 무균돼지 사육시설에 대한 평가는 물론, 시설건립기준이 충분히 검토되지 못하고 있어 시설건립에 대한 불안정성이 제기되고 있다. 이러한 점을 극복하기 위해서는 무균돼지사육시설의 건립이전에 이를 위한 합리적인 계획기준이 설정될 필요가 있다. 그리고

5) 시설의 SOP(Standard Operational Policy, 표준운영방침)에 따라 세탁을 하지 않고 바로 소독해서 사용할 수 있다.

이러한 계획기준을 설정하기 위해서는 시설내 합리적인 동선계획이 우선적으로 고려되어야 한다. 본 연구는 이러한 점을 감안하여 무균돼지 사육시설의 동선계획에 관하여 합리적인 기준을 제시하고자 하였으며 연구의 결과로 다음과 같은 사항을 도출하였다.

첫째, 무균돼지 사육시설의 기능공간을 청결구역내 공간, 통과구역내 공간, 비청결구역내 공간으로 구분하여 제시하였다. 이러한 구분은 돈사내 공간의 조닝 및 동선계획의 전제조건으로 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 합리적인 동선계획을 수립하기 위한 기본원칙으로 청결동선과 비청결동선의 교차금지, 업무의 효율성 증진, 수평동선의 우선 고려, 동선공간과 기능공간의 분리, 그리고 시설보안의 고려 등을 도출하였다.

셋째, 무균돼지사육시설내 주요동선을 사람의 동선, 돼지의 동선, 물품의 동선으로 구분하여 이들에 대한 동선 다이어그램을 각각 제시하였다. 이때 사람의 동선은 돈사구역과 수술실 구역으로 나누어 분석하였고, 물품의 동선은 기자재, 사료, 의류 등으로 구분하여 각각 세부적인 동선의 흐름도를 제시하였다. 이러한 동선 다이어그램은 해당 시설의 대지 및 프로그램에 맞추어 각각 공간을 배치하는 기준으로 적용할 수 있을 것이다.

본 연구의 결과는 무균돈사 계획시 필요공간의 합리적인 배치 및 동선계획에 대한 가이드라인으로서 직접 설계에 적용이 가능하도록 하였다는데 의미가 있다. 그러나 동선계획은 시설의 운영방침에 따라 변화될 수 있기 때문에 본 연구에서는 공간과 동선계획에 대한 원론적인 내용을 제시하였으며, 각 시설의 계획에 직접 적용하기 위해서는 해당 시설의 정확한 표준운영방침(SOP)이 먼저 설정되어야 할 것이다.

아울러 현재까지 세계적으로 우수한 무균돼지사육시설이 운영되고 있지 않기 때문에 본 연구는 시설의 건립 및 운영경험이 반영되지 않은 선험적 연구성격을 가지고 있으며, 본 연구에 대한 평가가 충분히 이루어지기가 어렵다는 한계를 갖는다. 그리고 시설의 상태가 우수하고, 무균상태로 유지되는 것이 무균돼지를 생산하는 것과 밀접한 상관관계를 갖는다는 점도 검증되지 않았다. 향후 상당수의 무균돼지사육시설이 건립되고 운영되어지면, 경험론적인 측면에서 무균돼지의 품질을 향상시키기 위한 요인으로 시설환경이 중요한 위치를 갖는다는 점도 확인되어야 할 부분이다.

참고문헌

1. 경기개발연구원, 바이오 장기생산연구시설 건립 기본계획 및 타당성 조사, 경기도, 2004.12
2. 국립독성연구원, 실험동물의 사용 및 관리를 위한 안내서, 도서출판 국진, 2005.10
3. 권순정, 성제경, 염수청, 무균돼지 사육시설 계획을 위한 사례연구, 한국의료복지시설학회지, 2006.03
4. 대한의학회, 동물실험지침, 대한의학회, 2000.3
5. 이신호, 김미희, 권순정, 여명석, 바이오장기 생산연구시설건립 입찰안내서, 한국보건산업진흥원, 2005.3
6. 한상섭, 이민재 외, 한국 실험동물시설 편람, 도서출판 바로, 2001
7. AAALAC INTERNATIONAL, ASSOCIATION FOR ASSESSMENT AND ACCREDITATION OF LABORATORY ANIMAL CARE, 2005
8. NIH Office of Research Facilities, NIH Design Polish and Guidelines, U.S.A., 2003
9. Theodorus Ruys (Editor), Handbook of Facilities Planning, Vol. 2, Laboratory Animal Facilities, Van Nostrand Reinhold, N.Y., 1991