

사업장의 생물학적 유해인자 편람 작성 연구

임경택*

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Creating a Workplace Handbook of Biologically Hazardous Agents

Kyung-Taek Rim*

¹Occupational Safety&Health Research Institute, Korea Occupational Safety&Health Agency

ABSTRACT

Objectives: Since information on biological factors in the workplace are currently lacking, I wanted to create a handbook of these factors that would be viewable at a glance as a means to more effectively prevent occupationally-infected diseases. Proper information on biological hazards in the workplace allowing the appropriate recognition of the harmful factors is desperately needed.

Methods and Results: In this study, I intended to create a high-utility handbook of biologically hazardous agents in the workplace. To ensure its effectiveness, information and references about biologically hazardous agents in the workplace were analyzed and classified and pathogen safety data sheets(PSDS) sourced from the Public Health Agency of Canada were included. I intended to make it accessible from the point of view of workers and their employers. A more effective classification system of occupational infectious diseases is presented, and biologically hazardous agents were classified according to occupations, industries, infectious diseases, and so on. The handbook consists of 60 major kinds of biologically infectious occupational factors that are expected to be generated in workplaces in Korea, and are focused on practical utility. The pathogen safety data sheets(PSDS) of 192 species were also included. To allow more effective management, domestic and foreign laws and regulations are presented.

Conclusions: This case report presents general information on the history and contents of the handbook and PSDS, it will also be useful in workplaces if download from the homepage of OSHRI, KOSHA(oshri.kosha.or.kr/bridge?menuID=901).

Key words : biological factors, hazards, management, microbe, workers, workplace

I. 서 론

생물학적 유해인자는 박테리아, 바이러스, 균류, 기타 미생물 및 이와 관련된 독성물질을 포함한다. 이것들은 비교적 가벼운 알레르기 반응에서부터 심지어 사망에 이르는 심각한 의학적 상태까지의 다양한 형태로 사람의 건강에 악영향을 미친다. 우리나라 사망 원인 통계에 따르면(Statistics Korea, 2001), 실제로 주요 사망 원인은 1950년대의 전염성 질환에서 2000년대에는 암이나 사고, 생활습관병으로 바뀌었으며,

WHO에서는 1970년대 말 두창(Smallpox)이 지구상에 존재하지 않는다고 선언하였고, 폴리오도 곧 지구상에서 사라질 것으로 기대하고 있다(WHO, 2003). 그러나 이 전염성 질환 유발 미생물들은 자연환경에서 널리 퍼져있어서, 물, 토양, 식물 및 동물에서 발견되며, 많은 미생물들이 빠르게 번식하여 생존에 필요한 최소한의 자원을 필요로 하므로 다양한 직업조건에서 잠재적 위험성이 있다. 또한 20세기 후반에 들어서 지구 환경의 변화 등으로 한 때 사라졌던 전염병이 재등장하고 있고, 전혀 알려지지 않았던 새로운 전염병이

*Corresponding author: Kyung-Taek Rim, Tel: 042-869-0345, E-mail: rim3249@gmail.com

Occupational Safety&Health Research Institute, Korea Occupational Safety&Health Agency. #339-30 Expo-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 305-380.
Received: January 16, 2014, Revised: March 12, 2014, Accepted: March 21, 2014

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

등장하고 있을 뿐 아니라, 21세기 들어서는 생물 무기를 사용한 전쟁이나 테러의 발생에 대한 위험성이 높아지고 있으며, 생명공학의 발달과 유전자변형생물체(Genetically modified organism, GMO)의 개발은 미생물의 잠재적 위험성과 생물 안전(Biosafety)의 중요성을 부각시켜주고 있다(Sung, 2001).

생물안전(Biosafety)이란 잠재적으로 감염의 가능성이 있는 생물체 또는 생물재해로부터 실험자를 비롯한 사람과 실험실, 그리고 환경을 보호하기 위한 지식과 기술, 그리고 장비 및 시설을 적절히 사용하도록 하는 조치라고 정의할 수 있다(Nam, 2001). WHO에서는 생물안전을 실행하기 위해서는 미생물에 대한 위험평가(Risk assessment)가 가장 중요한 요소가 된다고 말하고 있다(WHO, 2003). 미생물의 위험평가를 위해서 가장 유용한 방법은 미생물을 위험그룹(Risk group)으로 나누어 리스트를 만드는 것이며 기준에 따라 미생물을 4개 군으로 나누고 있는데 각 군의 일반적인 정의는 Table 1과 같다. 생물안전과 관련하여 초기의 고전적인 생물안전개념에서 밀폐의 개념이 포함되고 취급하는 미생물을 위험그룹에 따라 분류하여 각 실험실을 생물안전등급 1~4로 나누어 해당 생물안전등급에 따라 지켜져야 하는 생물안전지침이 개발되어 보급되기 시작하였다. 미국에서는 1974년 CDC에서 ‘Classification of Etiologic Agents and the

Basis of Hazard’를 발간하고 이어서 BMBL(Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories) 기준을 마련하였다(BMBL, 2009). WHO에서는 1983년 ‘Laboratory Biosafety Manual’을 개발하여 전 세계에 보급하기 위한 노력을 시작하였다(WHO, 1997). WHO는 실험실 생물안전지침에서 각 생물안전등급별로 지켜져야 할 사항을 실험지침, 실험실 설계 및 특징, 실험실 장비, 실험자의 건강관리, 훈련, 폐기물관리 등 6개 분야에 나누어서 각 부분별로 등급별 기준을 제시하고 있다(WHO, 2003). 병원성 미생물을 이동시킬 경우의 원칙은 ‘감염물질의 이동에 관한 WHO 지침(WHO guideline for the transport of infectious materials)’을 기본으로 하고 있다. 유전자변형생물체로 인한 생물재해 방지의 기본 개념은 잠재적 병원체에 대한 적절한 밀폐를 확보하는 것과 취급 실험실의 자체적인 위해도 평가능력을 확보하는 것, 그리고 안전관리를 위한 적절한 운영방안을 확보하는 것이다(Lee, 2001).

본 연구는 안전보건공단 산업안전보건연구원에서 2013년도 자체연구과제로 수행한 것으로, 가장 치명적이고 일반적인 생물학적 유해인자들에 대한 기술적·일반적 정보를 제공하고자 하는데 그 목적이 있으며, 사업장에서 취급하는 화학물질들은 그 목록 및 물질안전보건자료(Material safety data sheet, MSDS)

Table 1. Definition of risk groups and biosafety level recommended by WHO

Risk groups of microorganisms	Definitions	Biosafety levels	Obligated safety conditions
Risk group 1	The biological agents that pose low risk to personnel and the environment. These agents are highly unlikely to cause disease in healthy laboratory workers, animals or plants.	Biosafety level 1	The laboratory work is supervised by an individual with general training in microbiology or a related science.
Risk group 2	The biological agents that pose moderate risk to personnel and the environment. If exposure occurs in a laboratory situation, the risk of spread is limited and it rarely would cause infection that would lead to serious disease.	Biosafety level 2	The laboratory work must be supervised by a competent scientist who understands the risk associated with working with the agents involved.
Risk group 3	The biological agents that usually cause serious disease(human, animal or plant) or that can result in serious economic consequences. These agents are usually not spread by casual contact.	Biosafety level 3	The laboratory must be a separate building or isolated zone, with double-door entry, directional inward airflow.
Risk group 4	The biological agents that usually produce very serious disease(human, animal or plant) that is often untreatable. These agents are usually easily transmitted from one individual to another, from animal to human or vice-versa, either directly or indirectly, or by casual contact.	Biosafety level 4	Numerous special facilities and precautions are required when working with these agents.

등 관련 유해성·위험성 정보가 잘 정리 및 보급되어 있는 반면, 화학물질에 못지않게 유해성이 강하고 사회적 문제가 집중되고 있는 생물학적 유해인자에 대한 목록 및 유해성 정보가 정리되어 제시된 것은 부족한 실정이다(UCSD, 1996; Yale Univ., 2008). 이런 실정에 적극 대처하고자, 국내외 생물학적 유해인자 관련 참고문헌 및 데이터베이스를 정리하여 일목요연한 편람으로 작성하고자 하였다. 사업장의 생물학적 유해인자에 대한 안전보건의 확보는 시설의 적절한 물리적 밀폐, 체계적인 위해도 평가, 적절한 운영방안 확보를 통해 이루어질 수 있으며, 이들 안전보건 확보를 위한 사업장 생물학적 유해인자의 인식 및 유해성에 대한 기초자료의 확보가 절실히 필요하다. 이에 본 연구를 수행하여 근로자에게 활용성이 높은 사업장 생물학적 유해인자 편람을 작성하여 정확한 정보를 제공함으로써 사업장 생물학적 유해인자로 인한 직업성 질환의 효과적인 예방이 주요 목적이다. 다만 본 연구에서는 생물학적 유해인자의 범위를 결정함에 있어, 미생물 생체량(Biomass)에 노출되어 일어나는 알레르기성 질환과 같은 특수질환들은 다루지 않고, 일반적인 생물학적 유해인자로 인한 직업성 감염병의 유해인자들(박테리아, 바이러스, 기생충, 기타 독소 등)을 중심으로 하였다. 다만 본 연구에서 편람으로 작성하지 못한 유해인자들의 보완 및 추후 편람화를 위해 편람 60종과 더불어, 선진국에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 병원체 안전보건 자료(Pathogen Safety Data Sheet, PSDS)를 제시하였다.

본 사례 보고에서는 동 연구의 전반적인 내용에 대한 결과물들을 정리하여 제시하였으며, 구체적인 편람 및 PSDS 등의 자료들은 산업안전보건연구원 홈페이지(oshri.kosha.or.kr/bridge?menuID=901)에서 다운로드하면 사업장에서 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

II. 연구 방법

본 「사업장의 생물학적 유해인자 편람 작성 연구」는 아래의 방법으로 수행하였다.

1. 참고문헌 및 자료 검색 : 기존의 미생물 관련 정보를 바탕으로 생물학적 유해인자의 기본정보를 검

색하여 정리하였다. 참고문헌은 인터넷 포털 사이트인 Google 학술검색(<http://scholar.google.co.kr>)과 한국학술정보(주)에서 제공하는 국내학회지 원문서비스(<http://kiss.kstudy.com>)를 이용, 검색어(Keywords)는 ‘생물학적 인자’, ‘근로자’, ‘작업장’, ‘미생물’, ‘예방’ 등의 단어를 사용하여 검색하였다.

2. 자료 분석 및 분류 : 검색된 기본 정보를 바탕으로 직업성 감염병의 새로운 분류 체계를 제시하였고, 이에 따라 생물학적 유해인자를 구분하고, 해당 직업군 및 업종, 감염병명 등을 연결하여 재분류 하였다. 이 자료들을 기본으로 동 편람은 기존의 미생물도감에서는 찾을 수 없는 사업장 작업환경에 특화된 내용인 일반정보, 관련 질병, 관련 사진, 발생 및 노출, 관련 업종, 병원성 및 감염 증상, 생물안전정보, 감시 및 진단, 예방과 치료, 실험실 위험, 개인 보호, 참고문헌의 항목으로 구성하였다.

3. 통계 및 사례 조사 : 우리나라에서 조사된 감염병 관련 통계 및 사례를 조사하였고, 특히 산업재해 통계 자료 및 직업성 감염병 사례들을 조사하여, 위에서 분류한 생물학적 유해인자들과 관련된 질병의 통계 및 사례들을 제시하였다.

4. 편람 작성 : 이상의 자료 분석 및 분류, 관련 통계 및 사례 등을 바탕으로, 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생 가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 원인 인자(생물학적 유해인자)에 대한 특성을 중심으로, 총 60종의 편람을 작성하였으며, 근로자 및 사업주 등 사업장에서 실질적으로 활용하기에 편리하도록 작성하였다.

5. 병원체 안전보건자료(PSDS) 작성 : 사업장 생물학적 유해인자 편람(60종)과 더불어, 선진국에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 병원체 안전보건 자료(Pathogen Safety Data Sheet; PSDS)를 제시하였으며, 주요 정보원으로 사용한 참고문헌은 캐나다 공중보건청(Public Health Agency of Canada)의 병원체 안전보건 자료 및 위해도 평가(Pathogen Safety Data Sheets and Risk Assessment) 사이트(<http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-eng.php>)를 주로 참고하여 제시하였다.

Figure 1에서는 본 연구에서 수행한 사업장 생물학적 유해인자 편람 작성방법에 대한 전체적인 로드맵을 구체적인 업무흐름도(Flow chart)로 제시하였다.

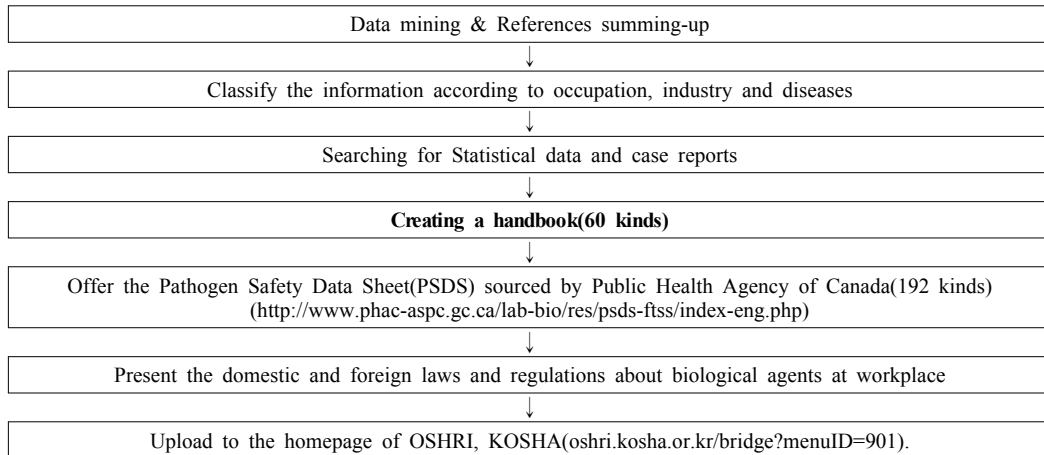


Figure 1. Flow chart of creating a handbook of biologically hazardous agents at workplace

III. 연구 결과

1. 사업장의 생물학적 유해인자 및 직업성 감염 질환 분류

참고문헌인 Control of Communicable Diseases Manual; “Occupational Infections” in Rom; “Occupational Infections”.

2012에 의하면, 직업성 감염 질환은 Table 2와 같이 여섯 가지로 구분할 수 있다.

2. 사업장 관련 대표적인 직업성 감염병

참고문헌인 “FACTS. European Agency for Safety and Health at Work(EASHW) - Biological agents”.

Table 2. lassification of occupational infectious diseases into 6 categories by Haz-Map

1) Contact with infected living animal		
Occupations	Contact with infected living animal	Diseases
Animal breeder Animal caretaker Animal scientist Farmer & Rancher Farmworker Lab animal worker Veterinarian	Handle infected domestic animals (inhalation or percutaneous exposure)	Brucellosis Influenza Hendra & Nipah viral diseases Leptospirosis Q fever
Animal breeder Animal caretaker Animal scientist Lab animal worker Poultry farmer Poultry handler Veterinarian	Handle infected chickens or birds	Campylobacter enteritis Influenza Newcastle disease Psittacosis
Animal breeder Animal caretaker Animal scientist Farmer & Rancher Farmworker Lab animal worker Veterinarian	Bite or scratch by infected dog or cat	Brucellosis Cat scratch fever Capnocytophaga infection Pasteurellosis Plague Rabies Tularemia
Farmer & Rancher Farmworker Game warden Hunter & Trapper Veterinarian Wildlife biologist	Bite by skunk, raccoon, bat, fox, other carnivore, or woodchuck	Rabies

Farmer & Rancher Farmworker Game warden Hunter & Trapper Veterinarian Wildlife biologist	Bite by rodents	Monkeypox Plague Rat bite fever
Farmer & Rancher Farmworker Game warden Hunter & Trapper Veterinarian Wildlife biologist	Handle infected rodents (inhalation or percutaneous exposure)	Arenaviral infection Hantavirus infection Lassa fever Leptospirosis Lymphocytic choriomeningitis(LCM) Monkeypox Omsk hemorrhagic fever Plague
Lab animal worker Veterinarian	Handle infected laboratory rats	Hantavirus infection LCM Rat bite fever
Lab animal worker Veterinarian	Handle infected macaque monkeys	B-virus infection
2) Contact with contaminated animal product		
Occupations	Contact with contaminated animal product	Diseases
Animal breeder Animal caretaker Animal scientist Butcher Farmer & Rancher Farmworker Hunter & Trapper Lab animal worker Meat packer Slaughterer Veterinarian	Handle infected animal carcasses or placental tissues	Anthrax Brucellosis Crimean Congo hemorrhagic fever Glanders Hendra & Nipah viral Leptospirosis Newcastle disease Plague Psittacosis Q fever Rift valley fever Strept. suis infection Tularemia
Grader & Sorter Freight handler Packer	Handle raw goat hair, wool or hides from endemic area	Anthrax
3) Tick, flea, or mite bite		
Occupations	Tick, flea, or mite bite	Diseases
Farmer & Rancher Farmworker Forester Groundskeeper Highway maintenance Hunter & Trapper Landscaper Logging worker Rail track maintenance	Work in tick infested area in North America	Babesiosis Colorado tick fever Ehrlichiosis Lyme disease Powassan virus encephalitis Relapsing fever Rocky mountain spotted fever STARI Tick paralysis Tularemia
Building cleaning worker Pest control worker	Work in building infested with fleas or mites of rodents	Murine typhus Plague Rickettsialpox
Hunter & Trapper Laborer	Work in mite infested area of central, eastern or Southeast Asia	Scrub typhus
4) Contact with human or animal waste		
Occupations	Contact with human or animal waste	Diseases
Child care worker Lab animal worker Veterinarian	Care for children or primates infected with hepatitis A	Hepatitis A
Farmworker Farmer & Rancher Sewer worker	Work or swim in contaminated water(percutaneous exposure)	Leptospirosis Meliodosis Naegleriasis Schistosomiasis

Animal handler(cattle) Child care worker	Care for children or animals infected with cryptosporidiosis	Cryptosporidiosis
Farmer & Rancher Farmworker	Associate with dogs in endemic area	Echinococcosis
5) Contact with infected patient or blood		
Occupations	Contact with infected patient or blood	Diseases
Dental worker Embalmer Healthcare worker	Handle contaminated needles or surgical instruments	AIDS Crimean-Congo hemorrhagic fever Ebola -Marburg Hepatitis B Hepatitis C Lassa fever
Healthcare worker	Care for sick patients(droplet/airborne pathogens)	Adenovirus Arenavirus infection Crimean-Congo hemorrhagic fever Diphtheria Ebola -Marburg Influenza Lassa fever Measles Meningococcus Monkeypox Mumps Mycoplasma infection Parvovirus Pertussis Rubella SARS Tuberculosis Varicella
Healthcare worker	Care for sick patients(bloodborne pathogens)	AIDS Arenavirus infection Crimean-Congo hemorrhagic fever Ebola -Marburg Hepatitis B Hepatitis C Lassa fever West Nile virus infection
6) Raise dust containing the pathogen		
Occupations	Raise dust containing the pathogen	Diseases
Building cleaning worker Construction worker Dockworker Farmer & Rancher Farmworker Game warden Granary worker Groundskeeper Heating & AC worker Hunter & Trapper Pest control worker Repair worker Wildlife biologist	Raise dust of excreta from rodents	Arenaviral infection Hantavirus infection Lassa fever Leptospirosis Lymphocytic choriomeningitis Rat bite fever
Bridge painter Construction worker Demolition worker Farmer & Rancher Farmworker Gardener Heating & AC worker Roofer	Raise dust from bird roosts, chicken coops or bat-inhabited caves in endemic area	Histoplasmosis
Archeologist Demolition worker Farmer & Rancher Hunter & Trapper Farmworker	Plow, dig or excavate soil in endemic area	Blastomycosis Coccidioidomycosis Paracoccidioidomycosis

2003의 내용에서 제시한 업종별로 가능한 사업장의 대표적인 생물학적 유해인자들을 Table 3에 정리하였다.

3. 우리나라 직업성 감염병 통계 및 사례

사업장에서 생물학적 유해인자로 발생하는 대표적

인 직업성 질환은 직업성 감염병으로, 고용노동부 및 안전보건공단에서 실시하는 산업재해 통계에도 한 분야로 설정되어 있다. 이에 본 연구에서는 2002년부터 2011년까지의 산업재해 통계 자료에서 직업성 감염병의 통계자료를 분석하여, 실제 우리나라의 사업장에서 생물학적 유해인자로 인해 발생하는 직업

Table 3. Possible biological hazards with industries by EASHW(2003)

Occupations(Industries)	Hazards & Risks	Precautions
Food(cheese, yoghurt, salami) or food additive production, bakeries	Moulds/yeasts, bacteria and mites cause allergies Organic dusts of grain, milk powder or flour contaminated with biological agents Toxins such as botulinustoxins or aflatoxins	Closed processes Avoid aerosol formation Separate contaminated work areas Appropriate hygiene measures
Health care	Several viral and bacterial infections such as HIV, hepatitis, or tuberculosis Needlestick injuries	Safe handling of infectious specimens, sharps waste, contaminated linen and other material Safe handling and cleaning of blood spills and other body fluids Adequate protective equipment, gloves, clothing, glasses Appropriate hygienic measures
Laboratories	Infections and allergies when handling microorganisms and cell cultures, e.g. of human tissues Accidental spills and needlestick injuries	Microbiological safety cabinets Dust and aerosol - reducing measures Safe handling and transport of samples Appropriate personal protection and hygiene measures Decontamination and emergency measures for spills Restricted access Biosafety label
Agriculture Forestry Horticulture Animal food and fodder production	Bacteria, fungi, mites and viruses transmitted from animals, parasites and ticks Respiratory problems due to microorganisms and mites in organic dusts of grain, milk powder, flour, spices Specific allergic diseases like farmer's lung and bird breeder's lung	Dust and aerosol-reducing measures Avoid contact with contaminated animals or equipment Protection against animal bites and stings Preservations for fodder Cleaning and maintenance
Metal processing industry Wood processing industry	Skin problems due to bacteria and bronchial asthma due to moulds/yeasts in circulating fluids in industrial processes such as grinding, pulp factories' and metal and stone cutting fluids	Local exhaust ventilation Regular maintenance, filtering and decontamination of fluids and machinery Skin protection Appropriate hygiene measures
Working areas with air conditioning systems and high humidity(e.g. textile industry, print industry and paper production)	Allergies and respiratory disorders due to moulds/yeasts Legionella	Dust- and aerosol-reducing measures Regular maintenance of ventilation, machinery and work areas Restrict number of workers Maintaining high hot(tap) water temperatures
Archives, museums, libraries	Moulds/yeasts and bacteria cause allergies and respiratory disorders	Dust and aerosol reduction Decontamination Adequate personal protective equipment
Building and construction industry, processing of natural materials like clay, straw, reed; redevelopment of buildings	Moulds and bacteria due to deterioration of building materials	Dust and aerosol reducing measures Appropriate personal protection and hygiene measures

성 질환(감염병)의 실태에 대해 알아보았다.

생물학적 유해인자와 관련된 직업성 감염병이 발생한 주요 업종을 보면, 제조업에 해당하는 세부 업종으로 식료품제조업, 목재제품제조업, 화학제품제조업, 비금속광물제품 및 금속제품제조업 또는 금속가공업, 기계기구제조업, 수송용기계기구제조업(을)이

있었고, 생물학적 유해인자와 가장 관련이 큰 것으로 예상되는 옥외작업을 주로 수행하는 건설업, 임업, 농업에서 발생하였으며, 기타의 사업으로는 건물 등의 종합관리사업, 위생 및 유사서비스업, 보건 및 사회복지사업, 교육서비스업에서 직업성 감염병이 발생한 것으로 분석되었다(Table 4).

Table 4. Statistics of occupational infectious diseases in Korea with KOSHANET

Classifications	Subtotal		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt	Mb	Mt
Total	1699	69	86	7	127	5	165	2	99	1	125	6	181	7	129	5	419	8	211	17	157	11
Subtotal Mining	1	1																			1	1
Coal Mining	0	0																				
Metallic and non-metallic mining	0	0																				
Quarrying	0	0																				
Mining limestone	0	0																				
Salt manufacturing	0	0																				
Other Mining	1	1																			1	1
Subtotal Manufacturing	105	16	7	4	23	1	24	1	9		7	1	5	2	2	1	8	2	10	3	10	1
Food manufacturing	15	2	1		2		5		2		1			1			1			1	3	
Cigarette manufacturing	0	0																				
Fiber or fiber-goods manufacturing(I)	1	0													1							
Fiber or fiber-goods manufacturing(II)	1	1									1			1								
Sanctions and veneer manufacturing	3	1			1	1													1		1	
Wood-goods manufacturing	15	0	1		6				1								5		2			
Pulp, tributaries manufacturing and bound or print processing	0	0																				
Newspapers, currency issuance, publishing and master printings	2	0			1																1	
Printings	0	2		2																		
Chemicals manufacturing	10	0	1		2		4				3											
Medicines and cosmetics perfumery manufacturing	1	1							1									1				
Cokes and coal gas manufacturing	0	0																				
briquette and condensed solid fuel manufacturing	0	0																				
Rubber-goods manufacturing	1	0	1																			
Ceramics-goods manufacturing	1	0					1															
Glass manufacturing	1	0																	1			
Ceramics or soil and stone-goods manufacturing	0	0																				
Cement manufacturing	0	1		1																		
Non-metallic mineral-goods and metallic-goods manufacturing or metal processing	12	1			2		6		1				2						1			1
Metals refining	0	0																				
Metallic material-goods manufacturing	1	0															1					
Gilding	0	0																				
Machinery manufacturing	13	1	1				1		1		1		1		1		1		3	1	3	
Electric machinery manufacturing	2	1		1	1		1															

Electronic-goods manufacturing	1	2					1	1											1	
Shipbuilding and repair	2	2			1			1						1		1				
Transport machinery and apparatus manufacturing(I)	6	0					3	1		1									1	
Repairing cars and motorcycles	0	0																		
Transport machinery and apparatus manufacturing(II)	10	1	1		6			1			1	1						1		
Meters, optical instruments, other precision instrument manufacturing	5	0	1		1		1				1							1		
Products manufacturing	1	0					1													
Other manufacturing	1	0																	1	
Subtotal electricity, gas and water supply	0	0																		
Electricity, gas and water supply	0	0																		
Subtotal construction	120	6	5	1	3		14		1		5	1	8		6	0	55		16	2
Construction	120	6	5	1	3		14		1		5	1	8		6		55		16	2
Subtotal transport storage and communications	18	6	2		4	1	3		1		4	1	1	1		1	2	1	1	1
Railway, track and ropeway transportation	2	0								1						1				
Passenger transport vehicles	3	1	1				1								1			1		
Lorry transportation	0	1									1									
Stevedoring, cargo handling and transportation	3	0			1		1		1											
Air transportation	0	0																		
Transportation-related services	5	2			1		1			2			1			1			1	
Warehousing	1	0			1															
Telecommunications	4	2	1		1	1				1		1					1			
Subtotal forestry	263	4	4	0	4	1	17	0	10	0	10	1	30	0	13	0	106	1	41	0
Forestry	263	4	4		4	1	17		10		10	1	30		13		106	1	41	
Subtotal fishing	0	0																		
Fishing	0	0																		
aquaculture and fisheries-related services	0	0																		
Subtotal agriculture	72	1	2		3		8	0	7		4	0	9		3		18	0	8	
Agriculture	72	1	2		3		8		7		4		9		3		18		8	
Subtotal finance and insurance	6	1	3								1				1				1	
Finance and insurance	6	1	3								1				1				1	
Subtotal others	1114	34	63	2	90	2	99	1	71	1	94	2	128	4	104	3	230	4	134	11
Agriculture, fisheries charging sellers	1	0															1			
Comprehensive management such as buildings	82	1	3		6		11		11		6		14	1	5		8		9	
Sanitation and similar services	291	9	12		7	1	17		7		12	1	16	1	18		127	1	44	5
Construction equipment management	1	0			1															
Golf course and racetrack operations	5	1			1					1	3		1							
Other various business	277	16	48	2	75	1	23	1	9		14	1	33	1	14	1	31	3	19	4
Specialized technical services	6	1															4		1	1
Health and social work	432	5					48		44		57		63	1	65	2	56		56	1
Wholesale, retail and consumer goods repair	0	1																		1
Real estate and rental	1	0																		1
Overseas delegates	4	0								1										3
Computer operations and legal-accounting related services	1	0										1								
Educational services	13	0									1				2		3		5	
USFK	0	0																		

*Mb: Morbidity, Mt: Mortality, USFK: United States Forces Korea

Table 5. Cases of occupational infectious diseases with epidemiological studies in OSHRI

Year	Instances
2000	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tuberculosis occurred with hospital office staff ■ Tuberculosis occurred with clinical pathologist to check the Mycobacterium tuberculosis ■ Tuberculosis occurred with exposure to Mycobacterium tuberculosis
2001	No instances
2002	■ Cellulitis occurred frozen food manufacturing workers
2003	No instances
2004	No instances
2005	<ul style="list-style-type: none"> ■ Asthma worsening in apartment manager ■ Gas gangrene occurred in wastewater treatment workers ■ Rhinitis and sinusitis occurred in workers with metal-working fluid
2006~2007	■ Pulmonary hypersensitivity occurred in pipe cutting workers
2008	No instances
2009	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hypersensitivity pneumonitis occurred in the bathroom workers ■ Encephalomyelitis occurred with nurses in operating room
2010	No instances
2011	No instances

또한 산업안전보건연구원에서 매년 수행하고 있는 직업병 진단 결과에 대한 보고서인 직업병 진단 사례집을 고찰하여, 우리나라에서 실제 발생한 사업장 생물학적 유해인자로 인한 직업성 질환(감염병)들에 대해 사례 분석하여 Table 5에 나타내었다.

4. 사업장의 생물학적 유해인자 편람

국내외 각종 자료의 분석 및 분류, 관련 통계 및

사례 등을 바탕으로, 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생 가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 원인인자(생물학적 유해인자)에 대한 특성을 중심으로, 총 60종의 편람을 작성하였으며, 근로자 및 사업주 등 사업장에서 실질적으로 활용하기에 편리하도록 작성하였다. 지면이 부족하여 여기에서는 편람의 개요(Table 6) 및 편람 예시자료 2종(Figure 2) 만을 제시하였다.

Table 6. Overview of handbook with occupational biological hazards

No	Hazards in English	Classification	Related diseases in English	Classification of primary routes of exposure	Related jobs or industries	Biosafety level
1	Neurotoxin secreted by female tick	Etc. (Toxin)	Tick paralysis	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	4
2	Paramixoviruses	Virus	mumps	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research	4
3	Lassavirus Arenavirus	Virus	Lassa fever Viral haemorrhagic fever	Contact with Infected Living Animal Contact with Infected Patient or Blood Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors(Sanctuary managers, hunting, etc.) Medical and health care services(veterinarian, etc.) Biological experiment and research(wildlife scientists, etc.)	4
4	Histoplasma capsulatum	Bacteria	Histoplasmosis	Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture(Granaries, etc.), forestry and public works with outdoors Construction and Port works Medical and health care services(pest control, etc.) Biological experiment and research (wildlife scientists, etc.) Building cleaning and maintenance air-conditioning work	3

5	WestNile Virus WNV	Virus	WestNile Fever WestNile Encephalitis WestNile disease	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research	3
6	LoneStar Tick Amblyomma americanum	Parasite (insect)	Ehrlichiosis Southern tick-associated rash illness STARI	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	4
7	Actinobacillus mallei	Bacteria	Glanders	Contact with Contaminated Animal Product	Agriculture(animal breeding), forestry and public works with outdoors Animal caretaker, butcher, hunting Slaughter and meat processors Biological experiment and research(veterinarian, animal scientists, animal laboratory workers, etc.)	3
8	Adenoviridae	Virus	pharyngoconjunctiva lfever Acute respiratory disease	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research	2
9	AIDS virus	Virus	AIDS	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services Biological experiment and research Bio-waste management workers	3
10	Babesia	Parasite	Babesiosis	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	2
11	Bartonella henselae	Bacteria	Cat-scratch disease	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors(contact with cats) Animal management services(veterinarian, etc.) Biological experiment and research(animal scientists, animal laboratory workers, etc.)	2
12	Blastomyces dermatitidis	Bacteria	Blastomycosis Gilchrist's disease	Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors Construction-related destroyed workers Biological experiment and research(archaeologists, microbiologists, veterinarians, pathologists, etc.) Medical and health care services	3
13	Bordetella pertussis	Bacteria	Whooping cough	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	2
14	Borrelia burgdorferi	Bacteria	Lyme disease	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	2
15	Brucella	Bacteria	Brucellosis	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product	Agriculture, forestry and public works with outdoors Farmers, slaughterhouse workers Medical and health care services Biological experiment and research(animal scientists, animal laboratory workers, veterinarians, etc.)	2
16	Bunyaviridae, Phlebovirus SFTS virus	Virus	Rift Valley fever Severe fever with thrombocytopenia syndrome SFTS	Contact with Contaminated Animal Product Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research	2
17	Burkholderia pseudomallei	Bacteria	Melioidosis Whittmore disease	Contact with Human or Animal Waste	Agriculture, forestry and public works with outdoors(soldiers, etc.) Construction workers Biological experiment and research	3
18	B-virus Macacinae herpes virus 1 Ceropithecine herpes virus 1	Virus	B-virus infection Monkey herpes infection	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research(veterinarians, etc.)	4

19	Campylobacter jejuni	Bacteria	Campylobacteriosis Campylobacter enteritis	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research(veterinarians, etc.)	2
20	Capnocytophaga spp.	Bacteria	Capnocytophaga infection	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services animal(dogs) management Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	2
21	Chikungunya virus CHIK genus Alphavirus	Virus	Chikungunya fever	Contact with Infected Living Animal Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors Construction workers Medical and health care services Biological experiment and research	3
22	Chlamydia psittaci Chlamydo philapsittaci	Bacteria	Psittacosis	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Slaughter and meat industry Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	3
23	Clostridiumtetani Tetanusbacteria	Bacteria	Tetanus	Contact with Human or Animal Waste Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research	2
24	Corynebacterium diphtheriae	Bacteria	Diphtheria	Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research	2
25	Coxiella burnetii	Bacteria	Q fever	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Slaughter and meat industry Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	3
26	Crimean-Congo haemorrhagic fever virus	Virus	Crimean-Congo haemorrhagic fever	Contact with Contaminated Animal Product Tick, Flea, or Mite Bite Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(dental practitioners, treat of corpse with preservatives) Slaughter and meat industry Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	4
27	Cryptosporidium spp. Cryptosporidium parvum	Bacteria	Cryptosporidiosis	Contact with Human or Animal Waste	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Child care facility personnel(teachers, etc.) Animal care facility workers Biological experiment and research	2
28	Dengue fever virus	Virus	Dengue fever	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Construction workers Medical and health care services Biological experiment and research	2
29	Ebola virus	Virus	Ebola haemorrhagic fever	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(Treat of corpse with preservatives) Biological experiment and research Bio-waste management workers	4
30	Marburg virus	Virus	Marburg disease Marburg haemorrhagic fever	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services Biological experiment and research Medical and health care services(Treat of corpse with preservatives) Bio-waste management workers	4
31	Francisella tularensis	Bacteria	Tularemia Rabbit fever	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Animals(dogs) management Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	3
32	Hanta virus	Virus	Epidemic hemorrhagic fever Korean hemorrhagic fever KHF	Contact with Infected Living Animal Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors(Cleaning the barn and pasture, etc.) Medical and health care services Biological experiment and research(using lab mice or rats) Decorate the houses empty for a long time, the industries may expose to rodents	3

33	Nipah virus	Virus	Nipah virus disease Nipah virus encephalitis	Contact with Contaminated Animal Product Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(dental practitioners, treat of corpse with preservatives) Slaughter and meat industry Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	4
34	Hepatitis A virus HAV	Virus	Hepatitis A HA	Contact with Human or Animal Waste	Medical and health care services Child care facility personnel(teachers, etc.) Animal care facility workers Biological experiment and research	2
35	Hepatitis B virus HBV	Virus	Hepatitis B HB	Contact with Human or Animal Waste	Medical and health care services(patient care, etc.) Bio-waste management workers Biological experiment and research	2
36	Hepatitis C virus HCV	Virus	HCV infection	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Bio-waste management workers Biological experiment and research	2
37	Varicella-zoster virus Human Herpes virus type3	Virus	Chickenpox	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Child care facility personnel(teachers, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	2
38	Highly pathogenic avian influenza virus, A type	Virus	Avian influenza Fluepidemic	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Poultry breeding and handling Medical and health care services(veterinarians, etc.) Biological experiment and research	2
39	Lymphocytic choriomeningitis virus	Virus	Lymphocytic choriomeningitis Armstrong's disease	Raise Dust Containing the Pathogen Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors(Cleaning the barn and pasture, etc.) Medical and health care services Biological experiment and research (using lab mice or rats) Decorate the houses empty for a long time, the industries may expose to rodents	3
40	Monkeypox virus	Virus	Monkeypox	Contact with Infected Living Animal Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	3
41	Mycobacterium tuberculosis	Bacteria	Tuberculosis	Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(patient care, treat of corpse with preservatives, etc.) Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	3
42	Mycoplasma spp.	Bacteria	Mycoplasma infection	Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(patient care, treat of corpse with preservatives, etc.) Biological experiment and research	2
43	Naegleria fowleri	Parasite (microorganism)	Primary amoebic meningoencephalitis PAM Naegleriasis	Contact with Human or Animal Waste	Agriculture, forestry and public works with outdoors(soldiers, etc.) Construction workers Water recreation workers Biological experiment and research	3
44	Neisseria meningitidis	Bacteria	Meningococemia Meningococcal infection Meningococcal meningitis	Contact with Infected Patient or Blood	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services(patient care, treat of corpse with preservatives, etc.) Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	4
45	Omsk hemorrhagic fever virus OHFV	Virus	Omsk hemorrhagic fever OHF	Contact with Infected Living Animal	Medical and health care services(patient care, etc.) Vaccine manufacturing workers Biological experiment and research (using lab mice or rats) Decorate the houses empty for a long time, the industries may expose to rodents	4
46	Orientia tsutsugamushi	Bacteria	Tsutsugamushi	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management, soldiers, etc.) Others such as landscaping and weeding Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	3

47	Paracoccidioides brasiliensis	Bacteria	Paracoccidioidomycosis	Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research	2
48	Measles virus Paramyxovirus family	Virus	Measles	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Child care facility personnel(teachers, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	2
49	Parvovirus, B19	Virus	Erythema infectiosum Hydrops foetalis	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	2
50	Pasteurella spp.	Bacteria	Pasteurellosis Shipping fever	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Animals(dogs) management Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	2
51	Powassan virus Powassan encephalitis virus	Virus	Powassan encephalitis	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	3
52	Rabies virus	Virus	Rabies Hydrophobia	Contact with Infected Living Animal	Agriculture, forestry and public works with outdoors(Contact with Infected Animals) Animals management(veterinarians, etc.) Biological experiment and research(animal scientists, animal laboratory workers, etc.)	3
53	Rickettsia rickettsii	Bacteria	Rocky Mountain Spotted Fever RMSF	Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors(trees and park management) Medical and health care services Biological experiment and research Highway and rail maintenance and repair	3
54	Rubella virus	Virus	Rubella	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Child care facility personnel(teachers, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	2
55	SARS corona virus	Virus	Severe acute respiratory syndrome	Contact with Infected Patient or Blood	Medical and health care services(patient care, etc.) Child care facility personnel(teachers, etc.) Biological experiment and research Vaccine manufacturing workers	3
56	Schistosoma spp.	Parasite	Bilharziasis Schistosomiasis	Contact with Human or Animal Waste	Agriculture, forestry and public works with outdoors(soldiers, etc.) Construction workers Water recreation workers Biological experiment and research	2
57	Yersinia pestis	Bacteria	Plague Peste	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product Tick, Flea, or Mite Bite	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Animals(dogs) management Biological experiment and research(animal scientists, veterinarians, etc.)	3
58	Leptospira interrogans	Bacteria	Leptospirosis	Contact with Infected Living Animal Contact with Contaminated Animal Product Contact with Human or Animal Waste Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture(animal breeding), forestry and public works with outdoors(soldiers, etc.) Animals management, butcher, hunting Slaughter and meat processors Biological experiment and research(veterinarians, animal scientists, animal laboratory workers, etc.)	2
59	Echinococcus granulosus	Bacteria	Echinococcosis Unilocular echinococcosis CHD	Contact with Human or Animal Waste	Agriculture(animal breeding), forestry and public works with outdoors(soldiers, etc.) Animals management, butcher, hunting Biological experiment and research(veterinarians, animal scientists, animal laboratory workers, etc.)	2
60	Coccidioides spp.	Bacteria	Coccidioidomycosis Valley fever(San Joaquin) Desert fever	Raise Dust Containing the Pathogen	Agriculture, forestry and public works with outdoors Medical and health care services Biological experiment and research	3

[illegible]

5. 병원체 안전보건자료(PSDS) 작성

원으로 사용한 참고문헌은 캐나다 공중보건청(Public Health Agency of Canada)의 병원체 안전보건 자료 및 위해도 평가(Pathogen Safety Data Sheets and Risk Assessment) 사이트를 주로 참고하여 제시하였다. 지면이 부족하여 여기에서는 PSDS 목록(Table 7) 및

A

Actinobacillus spp.
Actinomyces spp.
Adenovirus(types 1, 2, 3, 4, 5 and 7)
Adenovirus(types 40 and 41)
Aerococcus spp.
Aeromonas hydrophila
Ancylostoma duodenale
Angiostrongylus cantonensis
Ascaris lumbricoides
Ascaris spp.
Aspergillus spp.

B

Bacillus anthracis

Bacillus cereus
 Bacteroides spp.
 Balantidium coli
 Bartonella bacilliformis
 Bartonella henselae
 Bartonella quintana
 Blastomyces dermatitidis
 Bordetella bronchiseptica
 Bordetella pertussis
 Borrelia burgdorferi
 Bovine Spongiform Encephalopathy Agent
 Brucella spp.(B. abortus, B. canis, B. melitensis, B. suis)
 Brugia spp.
 Burkholderia(Pseudomonas) mallei
 Burkholderia(Pseudomonas) pseudomallei

C

California serogroup
 Campylobacter coli
 Campylobacter jejuni
 Candida albicans
 Capnocytophaga spp.
 Chikungunya virus
 Chlamydia psittaci
 Chlamydia trachomatis
 Citrobacter spp.
 Clonorchis sinensis
 Clostridium botulinum
 Clostridium difficile
 Clostridium perfringens
 Clostridium tetani
 Clostridium spp.(with the exception of those species listed above)
 Coccidioides spp.
 Colorado tick fever virus
 Corynebacterium diphtheriae
 Coxiella burnetii
 Cocksackievirus
 Creutzfeldt-Jakob agent, Kuru agent
 Crimean-Congo hemorrhagic fever virus
 Cryptococcus neoformans
 Cryptosporidium parvum
 Cytomegalovirus

D

Dengue virus(1, 2, 3, 4)
 Diphtheroids

E

Eastern(Western) equine encephalitis virus
 Ebola virus
 Echinococcus granulosus
 Echinococcus multilocularis
 Echovirus
 Edwardsiella tarda
 Entamoeba histolytica
 Enterobacter spp.
 Enterococcus faecalis and faecium
 Enterovirus 70
 Epidermophyton floccosum, Microsporum spp. Trichophyton spp.
 Epstein-Barr virus
 Escherichia coli, enterohemorrhagic

Escherichia coli, enteroinvasive
Escherichia coli, enteropathogenic
Escherichia coli, enterotoxigenic

F

Fasciola hepatica
Francisella tularensis
Fusobacterium spp.

G

Gemella spp.
Giardia lamblia

H

Haemophilus ducreyi
Haemophilus influenzae(group b)
Hantavirus
Helicobacter pylori
Hepatitis A virus
Hepatitis B virus
Hepatitis C virus
Hepatitis D virus
Hepatitis E virus
Herpes simplex virus
Herpesvirus simiae
Histoplasma capsulatum
Human coronavirus
Human immunodeficiency virus
Human papillomavirus
Human parainfluenza virus
Human rotavirus
Human T-lymphotrophic virus

I

Influenza A virus(subtypes H5, H7, H9)
Influenza Virus Type A(excluding 1918 influenza A(H1N1) strain and subtypes H5, H7 and H9))
Influenza Virus(B and C)

J

Japanese encephalitis virus
Junin virus

K

Klebsiella spp.
Kysanur Forest disease virus

L

Lactobacillus spp.
Lassa virus
Lactobacillus spp.
Lassa virus
Legionella pneumophila
Leishmania spp.
Leptospira interrogans
Listeria monocytogenes
Lymphocytic choriomeningitis virus

M

Machupo virus
Marburg virus
Mayaro virus
Measles virus

Micrococcus spp.
Monkeypox virus
Moraxella spp.
Murray Valley encephalitis virus
Mycobacterium spp.(excluding M. tuberculosis, and members of the Mycobacterium tuberculosis complex)
Mycobacterium Tuberculosis Complex
Mycoplasma genitalium
Mycoplasma hominis
Mycoplasma pneumonia
Mycoplasma spp.

N

Naegleria fowleri
Necator americanus
Neisseria gonorrhoeae
Neisseria meningitidis
Neisseria spp.(other than N. gonorrhoeae and N. meningitidis)
Nipah Virus
Nocardia spp.
Norwalk virus

O

Omsk hemorrhagic fever virus
Onchocerca volvulus
O'Nyong-Nyong virus
Opisthorchis spp.

P

Parvovirus B19
Pasteurella spp.
Peptococcus spp.
Peptostreptococcus spp.
Plesiomonas shigelloides
Powassan encephalitis virus
Proteus spp.
Pseudomonas spp.(excluding B. mallei, B. pseudomallei)

R

Rabies virus
Respiratory syncytial virus
Rhinovirus
Rickettsia akari
Rickettsia prowazekii
Rickettsia rickettsii
Ross river virus
Rubella virus

S

Salmonella enterica spp(formerly Salmonella choleraesuis)
Salmonella paratyphi
Salmonella typhi
Salmonella spp.(with the exception of those species listed above)
Severe Acute Respiratory Syndrome(SARS) associated Coronavirus
Schistosoma spp.
Semliki Forest virus
Serratia spp.
Shigella spp.
Sindbis virus
Sporothrix schenckii
St. Louis encephalitis
Staphylococcus aureus
Streptobacillus moniliformis

Streptococcus agalactiae
Streptococcus pneumoniae
Streptococcus pyogenes
Streptococcus salivarius

T

Taenia saginata
Taenia solium
Toxocara canis, *T. cati*
Toxoplasma gondii
Treponema pallidum
Trichinella spp.
Trichomonas vaginalis
Trichuris trichiura
Trypanosoma brucei

U

Ureaplasma urealyticum

V

Vaccinia virus
Varicella-zoster virus
Variola virus
Venezuelan equine encephalitis
Vesicular stomatitis virus
Vibrio cholerae
Vibrio parahaemolyticus

W

West Nile Virus
Wuchereria bancrofti

Y

Yellow fever virus
Yersinia enterocolitica
Yersinia pestis
Yersinia pseudotuberculosis

원자료인 캐나다 공중보건청 병원체 안전보건자료 (PSDS)의 인용, 번역 및 대한민국내 배포에 대한 허가권 부여 내용(Figure 3) 만을 제시하였다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 근로자 건강장해의 원인이 되는 화학물질들은 그 목록 및 MSDS 등 관련 유해성·위험성 정보가 잘 정리 및 보급되어 있는 반면, 화학물질에 못지않게 유해성이 강하고 사회적 문제가 점증되고 있는 생물학적 유해인자에 대한 목록 및 유해성 정보가 정리되어 제시된 것은 부족한 실정에 적극 대처하고자, 국내외 생물학적 유해인자 관련 참고문헌 및 데이터베이스를 정리하여 일목요연한 편람으로 작성하여, 동 인자로 인한 근로자의 직업성질환 예방 및 정보 알권리 충족에 기여하고자 하였다.

우리나라의 생물안전관련 법규는 최근 환경의 변화에 따라 강화되고 있으나, 유전자재조합실험, 유전자변형생물체 등 제한적인 첨단 분야에 국한되어 있으며 일반적인 미생물 실험실의 생물 안전과 관련된 규정이나 생물 보안(Biosecurity) 관련 규제는 부족하다. 특히 미생물을 위험그룹에 따라 분류하고 이에 따른 생물안전등급을 지정하여 각 생물안전등급에 따른 생물안전지침을 제정해야 하는데도 불구하고 생물안전을 위한 기본적인 지침조차도 제정되어 있지 않은 상태이다. 생물안전을 담당하는 전담조직의 경우 WHO 등 국제기구와 선진국에서는 생물 안전을 포함한 실험실 안전을 총괄하는 전담 조직이 설치되어 있어서 각종 기준의 마련과 보급, 교육 등의 활동을 담당하고 있으나(WHO, 2003), 우리나라의 경우 생물안전을 담당하는 전담조직이 없는 실정이다. 생물안전제도에 있어서는 초기에는 실험실의 생



Public Health
Agency of Canada

Agence de la santé
publique du Canada

November 28th, 2013

Ref: HC2013-0386

Dr. Kyung-Taek Rim
Centre for Chemicals
Occupational Safety & Health Research Institute
Korea Occupational Safety & Health Agency
Expo-r0 #339-30
Yuseong-gu, Daejeon
Republic of Korea

Email: rim3249@gmail.com

Re Copyright Clearance: Pathogen Safety Data Sheet (PSDS)

Dear Dr. Rim,

On behalf of the Public Health Agency of Canada, (PHAC), I am pleased to grant to the **Centre for Chemicals, Occupational Safety & Health Research Institute** with the **Korean Occupational Safety & Health Agency** permission to translate into the Korean language and reproduce, PHAC's web contents titled: "**Pathogen Safety Data Sheet (PSDS)**" for your non-commercial, educational and free distribution purposes.

We ask that you take note of the fact that these data sheets are based on information available at the time they were produced, thus updates may be required to ensure they are current and accurate. As well, the Government of Canada (Health Canada) is not responsible for the accuracy of the translation of the **Pathogen Safety Data Sheet (PSDS)** into the Korean language.

This permission is non-exclusive and non-transferable, and is valid for the uses described herein only. If subsequent reproductions, translations, adaptations, editions, revisions, and/or reprints are required in the future, a new application for copyright clearance on Government of Canada works must be submitted at that time.

You are required to ensure that the *Source* is credited, as follows:

Source: © All rights reserved. **Pathogen Safety Data Sheets and Risk Assessment**. Public Health Agency of Canada, 2013. Reproduced with permission from the Minister of Health, 2013.

Should you have any questions, or if I can be of further assistance, please do not hesitate to contact me.

Yours sincerely,

Louise Sicard

Louise Sicard
Publishing, Licensing & Copyright Officer

cc: Mark Overman, CPAR, HC
Marianne Heiser, Biosafety & Programs, PHAC
Dr. Kirsten Jacobsen, Biosafety, PHAC

A.L.0900C2 Edifice Hsoké Claxton Building □ Ottawa K1A 0E9
(613) 816-6053 □ FAX (613) 941-5366 □ E-mail: Louise.Sicard@hc-sc.gc.ca

Canada

Figure 3. Copyright clearance from Public Health Agency of Canada with to refer the pathogen safety data sheet (PSDS; <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-eng.php>)

물안전지침의 형태로 의무사항이 아닌 권고사항으로 시작하였으나 현재는 새로운 잠재적 건강위험으로서 미생물을 인식하고 그 규제가 강화되는 추세이다. 선진국에서는 생물안전을 담당하고 있는 전담부서를 두고 생물안전과 관련된 제반업무 및 교육, 훈련 등의 역할을 통합하여 수행하고 있으며, 법제정비 등을 통하여 일정수준 이상의 병원성 미생물에 대한 실험, 보유, 이동 등에 대한 규제를 강화하고 있는 추세이다(NIH, 2009).

오염된 작업환경에는 여러 가지 노출인자가 있을 수 있지만 미생물 번식 및 미생물 유해인자에 대한 노출은 근래 들어 전 세계적으로 매우 중요한 문제의 하나이며, 우리나라에서는 병원체 취급근로자의 작업환경평가 및 관리에 대한 연구는 비교적 최근에 관심을 갖게 되었다. 보건인력의 생물학적 유해인자에 대한 직업적 노출은 선진국에서는 많이 연구되었으나, 국내에서는 의사와 간호사에 대한 감염실태의 일부 연구가 진행되었고, 병원체취급 시설 중 생물안전작업대(BSC)의 적절한 운영 및 관리가 필요하고, 생물안전등급에 맞는 실험을 수행하며, 이에 대한 인식이 필요하다는 내용들이다(Yoon et al., 2008). 따라서 사업장의 생물학적 유해인자에 대한 안전보건의 확보는 시설의 적절한 물리적 밀폐, 체계적인 위험도 평가, 적절한 운영방안 확보를 통해 이루어질 수 있으며, 이들 안전보건 확보를 위한 사업장 생물학적 유해인자의 인식 및 유해성에 대한 기초자료의 확보가 절실히 필요하다(Kim & Lee, 1986; Kim et al., 1987; Kim et al., 1988).

본 연구는 사업장의 생물학적 유해인자 편람을 작성하여 근로자에게 활용성이 높은 생물학적 유해인자에 대한 정확한 정보를 제공하고, 기존의 미생물도감 등 알려져 있는 학술적 내용에 더해 사업장에서 실질적인 생물학적 유해인자로부터 근로자 보호를 실현할 수 있도록 활용성 있는 관련 정보를 바탕으로 근로자 및 사업주의 관점에서 생물학적 유해인자의 기본정보를 검색하여 정리한 것이 장점이며, 이제까지 사업장의 생물학적 유해인자를 정리한 매뉴얼 등의 정보자료는 개발되지 않았으므로 사업장에서의 활용성이 높은 자료라고 하겠다. 본 편람에서는 직업성 감염병의 새로운 분류 체계를 제시하였고, 이에 따라 생물학적 유해인자를 구분, 해당 직업군 및 업

종, 감염병명 등을 연결하여 재분류 하였다. 우리나라에서 조사된 감염병 관련 통계 및 사례를 조사하였고, 특히 산업재해 통계 자료 및 직업성 감염병 사례들을 조사하여, 위에서 분류한 생물학적 유해인자들과 관련된 질병의 통계 및 사례들을 제시하였다. 이상의 자료 분석 및 분류, 관련 통계 및 사례 등을 바탕으로, 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생 가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 원인 생물체(생물학적 유해인자)에 대한 특성을 중심으로, 총 60종의 편람을 작성하였으며, 근로자 및 사업주 등 사업장에서 실질적으로 활용하기에 편리하도록 작성하였다. 사업장 생물학적 유해인자 편람(60종)으로 작성하였다.

더불어, 선진국에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 병원체 안전보건 자료(PSDS)를 제시하였으며, 주요 정보원으로 사용한 참고 문헌은 캐나다 공중보건청(Public Health Agency of Canada)의 병원체 안전보건 자료 및 위험도 평가(Pathogen Safety Data Sheets and Risk Assessment) 사이트(<http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-eng.php>)와 인터넷 위키백과사전(<http://ko.wikipedia.org/wiki/>)을 중심으로 참고하여 제시하였다.

사업장의 생물학적 유해인자의 안전한 취급을 위한 관리(안)을 제시하기 위해 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 등의 국내 법령 및 미국, EU 등의 선진국 관련 법령을 고찰하여 본 결과, 국내에서 시행되고 있는 관련 법규로는 “감염병의 예방 및 관리에 관한 법률” 및 동법 시행령, 시행규칙, “생물학적 제제 등의 제조·판매관리 규칙”, “유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률” 및 동법 시행령, 시행규칙, 그리고 “화학무기·생물무기의 금지와 특정화학물질·생물작용제 등의 제조·수출입 규제 등에 관한 법률” 및 동법 시행령, 시행규칙 등이 있었다.

작업장 등의 실내 환경을 오염시키는 인자들은 여러 가지가 있지만, 그 중에서 생물학적 인자에 의한 오염은 작업환경에 대한 연구에서 매우 중요한 부분을 차지한다. 특히 미국에 있는 건물들의 평균연령이 현재 30~40년으로 매우 높다는 사실은, 매우 세심한 건물관리가 이루어지지 않는 한 노후된 건물의 작업환경에 여러 가지 문제가 생길 수 있다는 점을 시사해준다. 특히 수해나 건물의 누수와 관련된 문제는

실내의 생물학적 오염, 특히 미생물(곰팡이나 박테리아)에 의한 오염과 직접적으로 관련되어 있다. 왜냐하면 실내과다 수분은 실내에서 미생물의 증식을 일으키는 가장 중요한 요인이기 때문이다. 노출평가방법에 대한 연구로는 배양에 의존하지 않는 분석방법 및 미생물구성성분을 이용한 노출평가방법에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 강조하고 있다. 중합효소연쇄반응분석법(Polymerase chain reaction)은 분석의 민감도와 특이도가 높다는 점과 분석하고자 하는 미생물에 대한 정량분석시간이 상대적으로 매우 짧다는 장점이 있어 연구자들 간에 많은 관심을 끌고 있다(Lee et al., 2009). 미생물 구성성분을 이용한 분석방법은 살아있는 포자나 세포뿐만 아니라 죽은 세포나, 세포조각과 포자조각에 있는 분석성분도 다 측정된다는 장점이 있다. 특히 세포벽의 구성성분을 분석하여 미생물의 생체량을 측정하는 방법들이 현재 개발되어 사용되고 있으며, 계속 더 나은 방법들이 연구 보고되고 있다. 하지만 아직도 이런 분석방법들은 모두 개발 초기단계에 있으므로 더 많은 연구자의 지속적인 관심과 더 많은 연구가 요구된다. 현재 생체량 측정을 이용한 노출평가에 사용되고 있는 곰팡이 세포벽 성분으로는 글루칸($(1\rightarrow3)\text{-}\beta\text{-D-glucan}$), ergosterol, 세포벽 다당류(extracellular polysaccharide, EPS) 등이 있으며, 박테리아 세포벽 성분으로는 엔도독신(endotoxin), 3-hydroxylated fatty acid, peptidoglycan(muramic acid) 등이 있다(Park, 2009). 미국산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH)는 지난 10여 년 동안 자체적으로 실시해온 여러 가지 연구 및 분석결과를 토대로, 그리고 지금까지 언급한 보고서 및 지침서의 제안들을 감안하여 연구원에 의뢰되는 건강유해성 조사뿐만 아니라 자체연구에서도 공기시료 배양법에 의한 노출평가는 지양하고 있다. 미생물의 성분을 분석하여 생체량을 측정하는 생체지표 분석은 기존의 배양법이 가지고 있는 각종 단점을 보완해주는 좋은 노출평가방법이다. 하지만 아직도 더 많은 연구결과가 축적되어야 하며, 또 더 개발되어야 한다. NIOSH에서도 생체량분석을 통한 노출평가연구에 많은 관심을 갖고 있으며, 실내환경 역학연구에서 노출을 평가하는 방법으로 사용하고자 시도하고 있다. 미생물성분 분석 중에서 곰팡이독소

(Mycotoxins)는 최근 들어 많은 연구자의 관심을 끌고 있는 유해인자 중의 하나이다. 곰팡이노출에 의한 호흡계 질환 이외에도 앞에서 언급한 여러 가지 다른 건강장해에 대한 관심이 높아짐에 따라 곰팡이독소를 실내에서 채취한 시료 중에서 측정하려는 시도가 많이 점차적으로 생기고 있다. NIOSH에서도 곰팡이독소 분석 및 이를 역학연구의 노출평가에 이용하여 여러 가지 건강장해와의 상관성연구에 많은 관심을 갖고 있다(Park et al., 2010; Park et al., 2011).

미국, 유럽연합, 캐나다 등의 선진외국의 관련 규정들을 정리하여 나타냈으며, 유럽연합의 작업장 생물학적 인자의 노출 관련 근로자 위험 보호에 관한 유럽연합 규정(DIRECTIVE 2000/54/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work(seventh individual directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC))이 가장 구체적인 조항으로 구성, 우리나라 산업안전보건법 및 하부규정의 틀과 유사하게 작성되어 있으며 구체적인 생물학적 유해인자의 구분 및 목록이 잘 제시되어 있고, 유해성·위험성 평가 및 대체, 위험저감 대책, 위생 및 개인보호, 교육 등의 규정이 구체적으로 제시되어 있어 우리나라의 작업장에 적용하는데 가장 적합한 것으로 생각된다.

본 연구에서 작성된 사업장의 생물학적 유해인자 편람 및 캐나다의 자료를 번역하여 제공한 PSDS 등의 정보들은 많은 수의 독자들이 접근, 정보를 얻을 수 있도록 하고 본 편람의 활용도를 높일 수 있는 방안에 대해서는, 궁극적으로 본 연구가 지향하였던 방향이 지금까지 우리나라에서 정보가 미흡하였던 생물학적 유해인자들에 대한 정보를 제공하고(MSDS와 같이) 이를 체계화하기 위한 것이었던 만큼, 향후 본 연구에서 작성한 정보들을 어떻게 시스템화하여 발전시켜 나갈 수 있을 것인지에 대한 고찰과 논의가 필요할 것이다.

사업장의 생물학적 유해인자에 대한 안전보건의 확보는 시설의 적절한 물리적 밀폐, 체계적인 위해도 평가, 적절한 운영방안 확보를 통해 이루어질 수 있으며, 이들 안전보건 확보를 위한 사업장 생물학적 유해인자의 인식 및 유해성에 대한 기초자료의 확보

가 필요한 관련 사업장의 작업환경개선 지도 및 관련 연구의 기초자료로 활용되어질 것이다. 이때 본 편람 및 PSDS 등의 정보들이 기술자료 등의 유인물 배포 또는 안전보건공단 홈페이지에서 내려받기할 수 있는 방법 등을 통해 사업장에 전파된다면 사업장 생물학적 유해인자로 인한 직업성 질환을 효과적으로 예방하는데 기여할 것으로 생각된다. 또한 본 연구를 통해 작성된 편람에 대한 활용도에 대한 평가는 추후 사업을 통해 사업장의 인식도 조사 등을 수행하거나, KOSHANET(www.kosha.or.kr), 산업안전보건연구원 홈페이지(oshri.kosha.or.kr/bridge?menuID=901) 등 제공 사이트에서 내려받기(Download)한 횟수를 지속적으로 모니터링하는 등 사업장 활용성을 증대할 수 있는 방안을 모색할 것이다.

V. 결 론

근로자 건강장해의 원인이 되는 유해인자들 중, 화학물질들은 그 목록 및 MSDS 등 관련 유해성·위험성 정보가 잘 정리 및 보급되어 있는 반면, 화학물질에 못지않게 유해성이 강하고 사회적 문제가 증대되고 있는 생물학적 유해인자에 대한 목록 및 유해성 정보가 정리되어 제시된 것은 부족한 실정에 적극 대처하고자, 국내외 생물학적 유해인자 관련 참고문헌 및 데이터베이스를 정리하여 일목요연한 편람으로 작성하여, 동 인자로 인한 근로자의 직업성질환 예방 및 정보 알권리 충족에 기여하고자 하였다. 본 연구에서는 기존의 미생물도감 등 알려져 있는 학술적 내용에 더해 사업장에서 실질적인 생물학적 유해인자로 부터의 근로자 보호를 실현할 수 있도록 활용성 있는 관련 정보를 바탕으로 근로자 및 사업주의 관점에서 생물학적 유해인자의 기본정보를 검색하여 정리하였다. 직업성 감염병의 보다 효과적인 분류 체계를 제시하였고, 이에 따라 생물학적 유해인자를 구분하고, 해당 직업군 및 업종, 감염병명 등을 연결하여 재분류 하였다. 이상의 자료 분석 및 분류, 관련 통계 및 사례 등을 바탕으로, 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생 가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 원인 인자(생물학적 유해인자)에 대한 특성을 중심으로, 총 60종의 편람을 작성하였으며, 근로자 및 사업주 등 사업장에서 실질

적으로 활용하기에 편리하도록 작성하였다. 이와 더불어, 선진국에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 192종의 병원체 안전보건자료(PSDS)를 제시하였다. 사업장의 생물학적 유해인자의 안전한 취급을 위한 관리(안)을 제시하기 위해, 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 등의 국내 법령 및 미국, EU 등의 선진국 관련 법령을 고찰하였으며, 유럽연합의 작업장 생물학적 인자의 노출 관련 근로자 위험 보호에 관한 유럽연합 규정(DIRECTIVE 2000/54/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work(seventh individual directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC))이 가장 구체적인 생물학적 유해인자의 구분 및 목록이 잘 제시되어 있고, 유해성·위험성 평가 및 대체, 위험저감 대책, 위생 및 개인보호, 교육 등의 규정이 구체적으로 제시되어 있어 우리나라의 작업장에 적용하는데 가장 적합한 것으로 생각된다. 본 사례보고 논문에서는 동 연구의 전반적인 내용에 대한 결과물들을 정리하여 제시하였으며, 구체적인 편람 및 PSDS 등의 자료들은 지면이 부족하여 다 실지 못하였으므로 산업안전보건연구원 홈페이지에서 내려받기 하면 사업장에서 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

References

- BMBL(Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories), 5th Edition. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention, National Institutes of Health, HHS Publication No. (CDC) 21-1112 Revised December 2009
- CDC and NIH. Primary containment for biohazards: selection, installation and use of biological safety cabinets. 2nd edition. USA. 2000.
- Control of Communicable Diseases Manual; "Occupational Infections" in Rom; "Occupational Infections" in LaDou; p. 280-281 in Marks, rev. 2012
- FACTS. European Agency for Safety and Health at Work - Biological agents. 2003
- Nam MJ. Legislation methods of safety related laws. Ministry of health and welfare 2001

- Kim JS & Lee HW. A survey on biosafety status in laboratory - Studies on microbiological laboratory biosafety in Korea. The Report of National Institute of Health 1986;23:139-160
- Kim JS, Baik SB, Kim DC. A survey on biosafety status in laboratory - Classification of microorganisms according to their risks. The Report of National Institute of Health 1987;24:155-168
- Kim JS, Lee HW, Jang WH. A survey on biosafety status in laboratory - Management of Biological Disaster in Laboratory. The Report of National Institute of Health 1988;25:103-122
- Lee EK. Policy issues on the establishment of bio-safety and ethics system. Health and welfare forum 2001;4:5-15
- Lee IS, Park HH, Park HD. Study on microbial exposure assessment and comparison of sampling methods. 2009 Report in occupational safety&health research institute. Pub. No. 2009-115-1341
- NIH(National Institutes of Health). Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 5th Edition. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention. HHS Publication No. (CDC) 21-1112 Revised December 2009
- Park HD & Park HH. Research on evaluation methods and recommended exposure limits of biological agents. 2011 Report in occupational safety&health research institute. Pub. No. 2011-OSHRI-1422
- Park HH, Park HD, Lee IS. Microbial exposure assessment in waste handling industry in south Korea. 2010 Report in occupational safety&health research institute. Pub. No. 2010-OSHRI-990
- Park JH. Research trends in biological factors in US NIOSH. Special section of OSH research brief, consecutive No. volumes 28. Dec 2009.
- Statistics Korea. Annual report on the cause of death statistics in 2000; 2001.
- Sung WK. Safety assurance methods in Biotechnology laboratories. Health and welfare forum 2001;4:45-58
- UCSD(University of California, San Diego). Biosafety Handbook. 1996
- WHO. Guidelines for the safe transport of infectious substances and diagnostic specimens. Geneva. 1997
- WHO. Laboratory biosafety manual. 2nd edition(revised). Geneva. 2003
- Yale University. Office of Environmental Health & Safety. Biological Safety Manual. 2008
- Yoon CS. A study of working environment guideline and management of biohazard handling workers. 2008 Report in occupational safety&health research institute. Pub. No. 2008-89-1152