

BIOHAZARD 대책 개요와 장치(I)

Abstract of Biohazard Plan and Equipments(1)

최 안 석*
A. S. Choi

1. BIOHAZARD 대책개요

1.1 서 언

병원체의 위험은 단적인 표현으로 Cholera와 같은 전염병으로 대치 설명될 수 있다.

현재는 다행스럽게도 방역관계자의 노력으로 크게 전염되지 않는 실정이다.

그런데 최근에는 교통기관이 발달함에 따라 주로 열대지방에 많이 존재하는 국제 전염병(WHO에서는 LASSA FEVER, MARBURG DISEASE, EBOLA VIRUS 등을 예로 들고 있다.

특히 10년동안에 발견된 LASSA FEVER나 MARBURG DISEASE이라는 국제 전염병은 치사율이 20-60%에 달하고 환자의 검사와 간호를 담당한 연구자, 의사, 간호원들도 대부분 감염하여 사망하는등 귀중한 희생을 치루고 있다.

게다가 효력있는 치료법은 현재 확립되어 있지 않아서 병원체의 연구자, 병원관계자들은 큰 위험에 직면되고 있는 실정이다.

이러한 위험한 병원체의 확산이나 실험실 감염을 방지하기 위하여 실험설비의 안전기준을 정해 위험으로부터 격리 시키자는 것이 BIOHAZARD의 대책이다.

또한 유전자공학에서의 유전자 재조합 실험

에서도 효용되는 반면 위험성도 내포되어 병원체와는 별도로 BIOHAZARD의 대책 검토가 이루어지고 있다.

BIOHAZARD의 안전대책은 국제적으로 미국, 영국을 중심으로 검토한 결과는 다음 4가지로 집약된다.

(1) 병원체에 관해서는 병원체의 위험도에 맞게 또한 유전자공학에 관해서는 실험설비를 완비한다.

(2) 실험설비는 안전 CABINET 나 배기 SYSTEM을 사용해서 실험구역을 NEGATIVE PRESSURE로 유지한다.

(3) 취급자는 자격을 소지한자로 한정하고 위험에 관한 지식을 철저히 주지시킨다.

(4) 기자재의 선정, 취급과 멸균을 철저히 하고 안전관리를 충분히한다.

1.2 BIOHAZARD의 대상은 크게 나누어 두종류가 있다

첫째는 병원체에 관한 것이고, 둘째는 유전자공학에 관한 것이다. 이두가의 경과와 분야는 표 1.2에 기술하였다.

1.2.1 병원체에 관한 분야

LASSA FEVER(주1)를 시작으로 하는 최고위험도의 국제 전염병에서 병원체까지 포함시키고 이들 취급하는 연구기관 병원이 모든

* 정회원, (주) 신영산업플랜트

대상 분야가 된다. 이 중에 특히 병원체 연구를 위한 실험실과 환자를 취급하는 검사부분이 특히 위험하고 BIOHAZARD 대책이 필수적이다.

옛날에 생긴 실험실내 감염의 주요 원인을

표 3에 기술 하였다.

취급상의 실수를 예방함과 동시에 표 4와 같이 할 때에 발생하는 AEROSOL의 비산을 차단하는 것에 중요한 POINT가 있다고 말할 수 있다.

표 1. BIOHAZARD의 대응책과 경과

연 대	대 응 책
1967 년	* 서독의 Marburg에 있는 연구소 3곳에서 수입한 Africa산 초록 원숭이로 부터 실험실 감염이 생겼다. 치명률 30%
1969 년	* Nigeria동부에서 Lassa Fever 발생, 엘대학 연구자가 감염되어 사망.
1972 년	* 미국 질병관리센타(CDC)병원체의 위험 분류 제 3회 개정(6월) * 일본 Virus 학회 Virus에 의한 실험실 감염 실태조사 개시
1973 년	* 제 1 회 아시로마회의, 생물 연구에서의 위험성을 토의 * 런던 대학에서, 실험실 감염으로 부터 천연두 2 차 감염 * 스탠포드 대학의 교수팀이 포도상구균의 유전자를 대장균에 재조직하는 것에 성공
1974 년	* 미국과학 아카데미내에서 재조직 DNA 위원회 발족 * 미국 국립 위생연구소(NIH)에 재조직 DNA 분자문제 자문위원회 발족 * 국제 미생물 연합(IAMS)특별위원회 동경에서 BIOHAZARD 대책을 토의 * 일본 유전학에서 유전자공학의 잠재적 위험성의 문제를 검토
1975 년	* 아시로마회의, 유전자 재조직 연구에 관한 토의 * NIH 자문위원회, 제 1-4 회 회합 개최 * 독일 연구협회(DFG) 유전자 재조직의 안전성 검토 위원회 개최 * WHO 의학연구자문 위원회 특별회의 개최 * 프랑스 과학기술연구 총무청(DGR ST) 윤리 소송위원회와 규정위원회를 설치 * 영국에서 유전자 조직 실시 검토위원회 개최 * 일본학술회의, 프라스미드 문제 검토 소위원회 개최
1976 년	* NIH Guide Line 초안에 관한 공청회 개최 * NIH 재조직 DNA에 관한 Guide Line 발표(6월) * 영국에서 BIOHAZARD 연구를 노동안전위생법으로 규제할 것을 결정 * 일본 학술회의 유전자 공학의 안전성에 관한 문제검토 * 일본 유전자 공학검토회 제 1 회 회합 개최 * 일본 국립 예방위생 연구소에서 BIOHAZARD 자료집 공표 * 일본 Virus 학회 Symposium, (Virus 연구에서의 BIOHAZARD를 생각한다)를 개최
1977 년	* 미국의회, BIOHAZARD 법제화로 움직임.
1978 년	* 영국에서 천연두의 실험실 감염사고가 발생 감염자는 사망 * 국립 예방위생 연구소에서 BIOHAZARD 자료집 제 2 집 공표
1979 년	* 남아연방, 서독등에서 고도안전 실험실 건설이 진행 * 일본 문부성(대학등의 연구기관에서의 재조직 DNA 실험 지침) 공표

1. 2. 2. 유전자 공학 분야

유전자 재조직 실험은 미생물 유전학, 분자 생물학, 생화학 방면으로 진행되고 있다.

유전자 재조직이란 세포내의 유전자 정보를 담당하는 DNA(Deoxyribonucleic acid)를 절단해서 다른 종류의 생물세포 DNA를 절단하여 서로 다른 종류의 DNA들을 재결합시키므로 자연계에는 존재하지 않는 유전자를 가

진 생물을 만드는 것이다.

그 방법은 그림 1에 표시된 대로 베타 DNA와 어느 생물의 DNA중 필요한 유전자를 제한효소라고 하는 것으로 절단하면 각각의 단편은 서로 보완하는 형을 갖게된다. 이것에 의해 절단 부분이 서로 끌어당겨 결합하고 또 절단된 것을 잇는 결합효소를 덧 붙이면 하나의 완성된 DNA 재 조직 분자가 된

표 2. BIOHAZARD 분야

구분	분 야	내 용	Biohazard의 주요 관리 기준
병원체에 관한 것	국제 전염병의 연구	* Lassa fever, Marburg 병등 연구 * 예방 백신 개발	* CDC의 병원체의 위험도 분류 (1947. 7. 제 4회 개정) * NCI의 종양 Virus의 위험도 분류
	미생물의 연구 실험동물의 연구	* 종양 Virus 등의 연구 * 일반 미생물학상의 연구 * 원숭이를 비롯한 영장류가 주요 연구 대상(배양세포를 끄집어 내는등)	* 국립 예방위생 연구소의 병원체등 안전관리 규정 결정(1981) (1983. 제 1회 개정)
	전염병의 치료	* 환자의 격리 및 병원체 검사	
유전공학에 관한 것	미생물 유전자의 연구 분자 생물학의 연구 생화학의 연구	* 유전자 재조직 실험에 의한 INSULIN, 성장호르몬의 생산 * 유전자 구조의 연구	* NIH의 재조직 DNA에 관한 GUIDE LINE (1976. 6) * 문부성에서(대학등의 연구기관에서의 재편성 DNA 실험지침)을 내세움(1979. 3) * 일본 내각총리대신(재조직 DNA 실험지침) 결정(1979. 8) (1983. 9 재 5회 개정)

(주 1) LASSA FEVER

상세한 내용은 미국의 JOHN. G. HURAH의 저서인 "열병"에 잘 기술되어 있다. LASSA란 아프리카 나이지리아에 있는 유목민 촌락이다.

1969년 간호원 3명이 고열을 수반한 정체불명의 전염병으로 쓰러진 것이 발단이였다. 2명은 현지에서 사망하고 나머지 1명은 뉴욕에 운송되어 대학병원에서 조직배양과 동물실험에 의한 검사 결과로 신형 VIRUS로 판명되었다.

이러한 검사결과가 판명될때까지 현지에서는 다수의 감염자가 발생되어 치사율은 60%에 달했다. 실험검사는 담당한 대학병원에서도 2명의 감염자가 발생되고 그중 1명은 사망하는 사태에 도달하게 되었다.

따라서 연구도 중지해야하는 최악의 사태에 직면하게 되었다. 이 후 LASSA VIRUS는 CDC(미국 국립 질병관리센터, Center For Disease Control)의 고도 안전 실험실에서 취급되고 있다. 그 외에 LASSA VIRUS를 다루는 시설로서는 MRE(영국 국립 미생물학 연구소, Microbiological Research Establishment)가 있다.

표 3. 실험실내의 감염원인

- 1) Pipette 로 부터 입속으로 빨아 들임.
- 2) 오염된 주사기로 접종
- 3) 실험 동물에게 물린 경우
- 4) 주사기로 부터 확산
- 5) 원심 침전사고
- 6) 오염된 유리기구에 의한 상처
- 7) 동물해부중 기구에 의한 상처
- 8) 배양 병원체를 바닥이나 실험대 위에 었질렀다.

표 4. AERSOL 발생의 원인 되는 조작

- 1) BLENDER 로 혼합직후 마개를 열때
- 2) 동결건조 AMPOULE 개봉
- 3) 혼든 배양병의 솜마개를 연다.
- 4) 한천평판에 균액 1 ml 의 PIPETTE
- 5) 접종
- 5) 50 ml BOUILLON 중에 세균액 1 ml 의 PIPETTE 접종

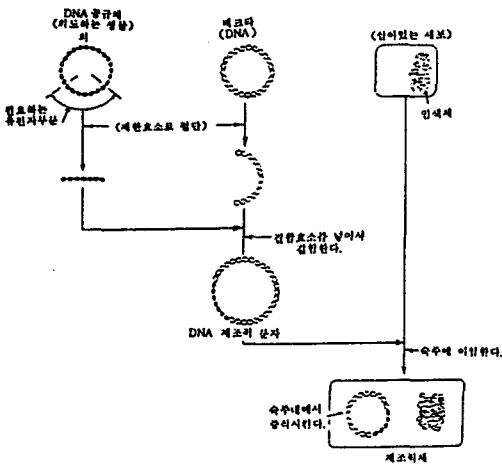


그림 1 유전자 재조직 방법

다. 그리고 재 조직 분자가 복제 유전자를 갖고 있으면 세포내에서 살아 갈 수 있는 것이다. 대장균과 같은 세균내에서 독립해 증식하고 있는 프라스미드라는 DNA 를 배크타로해서 이 재조직 조작을 행해서 대장균의 내부

에 이식하면 약 10 분내에 수백배로 증식된다. 그러므로 유전자에 관련된 것들은 싸게 대량으로 얻을 수 있다.

- 그런 기술을 응용하므로 얻게 되는 잇점은,
- (1) 인슐린, 성장호르몬, 약진용 바이러스단백, 희귀한 생물체재를 생산하는 세균의 배양
 - (2) 유전병 치료
 - (3) 암 세포를 생기게하는 유전자 연구
 - (4) 광합성을 높이는 유전자를 만들어 부족한 식품을 해결한다.

그러나 다른 방향에서 볼때 유전자 재조직에 의해 만들어진 생물은 반드시 유용하게 사용되는 것은 아니고 반대로 존재하지 않았던 병원 미생물을 만들어낼 위험성도 있다.

따라서 유전자 재 조직 실험에는 BIOHAZARD의 중대성이 인식되어 1976년 6월에 NIH(미국 국립위생연구소, NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH)에서 재조직 DNA에 관한 Guide Line 이 공표되게 되었다.

1.3 BIOHAZARD의 생물적 격리(위험도 분류)

실험에서 취급되는 생물 재료의 위험도에 맞게 생물 재료나 실험 내용을 구분해 규제하는 것에 의해 생리적 격리(Biological Containment)를 도모하고 있다. 즉 병원체에 관해서는 생물재료로서 병원체의 위험도의 분류가 생물적 격리를 의미하는 것이다. 또 유전자공학 분야에서는 재 조직 실험에 의해 발생되어 잘 알려지지 않은 유전자는 안전성이 입증될 때 까지는 위험도를 고려하여 실험내용 그 자체를 구분 규제한다. 그리고 어떠한 경우라도 생물적 격리 정도에 맞게, 확산물 방지하기 위한 실험설비를 필요로 해 생리적 격리(Physical Containment)가 이루어진다.

1.3.1. 병원체에 관한 생물적 격리

미국에서는 CDC가 병원체의 위험도에 맞는 분류표를 발표했다.

일본에서는 이 분류표에 기인하여 국립 예방 위생 연구소의 BIOHAZARD위원회에서 검토가 되어 1976년 병원체의 위험도 분류안이

표 5. 병원체등의 위험도 분류기준(시험관내 사용의 경우)

위험도	기 준
1	다량으로 취급해도, 실험실 감염의 가능성이 거의 없고, 실험 및 Monitoring에 적합한 병원체등
2 a	실험실 감염의 가능성이 거의 없고, 만일 감염되어도 발병의 가능성이 아주 적은 것.
2 b	보통 미생물학적 조작순서로 실험실 감염을 막는 것이 가능하고 만일 감염되어도 발병의 가능성이 아주 적은 것.
3 a	다음 조건에 한가지라도 속하는 병원체등 (1) 실험실 감염의 기회는 비교적 많지만 감염된 경우도 가벼운 증상으로 끝나는 것. (2) 일본 국내에 상재하고 있어 성인의 대부분이 면역을 가지기 때문에 실험실 감염의 가능성은 적지만, 감염될 경우, 중증이 될 가능성이 있는 것.
3 b	다음 조건에 한가지라도 속하는 병원체등 (1) 실험실 감염의 기회가 많고, 감염된 경우 중증이 될 가능성이 있는 것. (2) 유효한 예방법에 의해 실험실 감염을 방지할 수 있지만 감염된 경우 중증이 될 가능성이 있고, 그러나 일본국내에 상재하지 않는것. (3) 실험실 감염의 가능성은 거의 없고, 보통 미생물학적 조작 순서로 실험실 감염을 확실히 방지할 수 있지만 만약에 감염될 경우에는 치명적이 될 수 있다.
	실험실 감염의 기회가 많고, 감염된 경우 중증으로 치명적으로될 가능성이 있고 유효한 예방법은 없는것.

위험도	분 류 예
1	Live vaccine viruses (Small pox, Rinderpest vaccine Pigeonpox
2a	Avian influenza, Bunyamwera, Equine influenza, (Getah, Langat, Luke, Marek's disease. Mouse hepatitis, Parvo. Shope fibroma. Simbu. Sindbis. Swine influenza 등
2b	Adeno, Avian reticuloendotheliosis, Cocksackie (A,B), Cytomegalo(human, animal), EB, ECHO(1-33), Herpes simplex(1,2), Murray vally encephalitis. Tanapox, Varicella, West Nile Yaba 등
3a	California encephalitis, Chikungunya, Herpes ateles, Herpes saimiri, La Crosse, LC, M. Human T-cell lymphoma(HTLV), O'nyong-nyong, Powassan, Chlamydia psittaci, Rabies(street strain), Tacaribe 등
4b	Colorado tick fever, Hemorrhagic fever with renal syndrome, Kyasanur forest disease. Rift valley fever, Coxiella, burnetti, Rickettsia prowazekii, Rickettsia rickettsi, Rickettsia tsutsugamushi, Rickettsia typhi 등
4	Variola major, Variola minor. Whitepox, Ebola, Congo hemorrhagic fever, Herpes, B, Junin, Lassa fever, nachupo, Marburg disease, Yellow fever (17D vaccine strain 을 제외한다.

작성되고 1981년에 병원체등 안전 관리 규정이 제정되어 1983년 개정되었다. 병원체는 바이러스, 병원세균, 병원기생충 각각에 대해 위험도 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4로 분류된다.

표 5에서 표 8은 국립 예방 위생 연구소의 병원체등 안전 관리 규정(1983년 개정)에서 일부분을 발췌한 것이다.

1.3.2. 유전자공학에 관한 생물적 격리 병원체의 위험도를 정하는 것 만으로 좋지않은 유전자 공학에 관한 경우는 사용하는 대장균의 종류와 생물재료의 재 조직에 의해 정해지는 각각의 실험 내용에 대해서 생물적 격리를 하지않으면 안되기 때문에 보다 번잡하다.

6월 NIH가 발표한 재 조직 DNA에 관한

Guide Line 은 극히 위험도가 높은 생물에 관한 실험을 금지해야 하는 것으로 하고 이 외에는 인가해야만 하는 실험에 관해서 규정하고 있다.

대학 연구 기관에서 재조직 DNA 실험 지침도 기본적인 사고 방식은 같고 우선 실험에 사용하는 생물재료(벡크다)계를 표 9와 같이 B 1 Level 과 B 2 Level 로 구분해 생물적 격리를 한다.

표 9에서 알 수 있듯이 잠재적 위험도는 B 1 Level 쪽이 B 2 Level 보다 높다.

이 생물재료(벡크다)계로 재 조직하는 DNA 공급체 종류에 따라 구체적 봉입 방법으로 물리적 격리가 이루어 진다.

위험도	분 류 예
1	위험도 2a, 2b, 3a, 3b 에 속하지 않는 세균
2a	Acinetobacter 모든 세균류, Actinobacillus 모든 세균류, Aeromonas (A. hydrophila (독소원생주) A. sobria (독소원생주) Bacillus cereus (독소원생주) Escherichia coli Fusobacterium necrophorum, Listeria monocytogenes Mycobacterium (BCG, M. lepraemurium) Mycoplasma (M. flocculare, M. gallisepticum, M. hominis, M. hyopneumoniae M. hyorhinis, M. hyosynoviae, M. ovipneumoniae, M. suipneumoniae, M. synoviae) Staphylococcus aureus (등)
2b	Bacillus anthracis, Bordetella pertussis, Borrelia, Camylobacter jejuni/coli Erysipelothrix rhusiopathiae, Escherichia coli Mycoplasma pneumoniae Streptococcus (S. pneumoniae, S. pyogenes) Treponema (T. carateum, T. pallidum, T. pertenuae) Vibrio (V. cholerae, V. mimicus, V. parahaemolyticus) (등)
3a	Bartonella bacilliformis, Brucella 모든균류, Francisella tularensis Mycobacterium (M. africanum, M. bovis, M. tuberculosis) Salmonella (S. para-typhi A, S. typhi)
3b	Pseudomonas (P. mallei, P. pseudomallei) Yersinia pestis * 사람에게는 병원성이 없지만 우리나라에서 상재하지 않는 가축 전염병으로 실험실 외에도 누설이 될때 유행을 일으킬 우려가 있기 때문에 특별히 추가 했다. *Mycoplasma mycoides *Pasteurella multocida (B:6, E:6, A:5, A:8, A:9)
4	해당 없음

물리적 격리는 주로 실험 설비에 관해서 규정하는 것이 있고 저위험도 실험을 대상으로 한 것에서 차례로 P 1-P 4의 4 가지로 분류된다.(표 11)

1.5 BIOHAZARD의 물리적 격리(설비, 관리 기준)

생물재료를 취급하는 경우는 병원체, 유전자 공학의 어느 분야에서도 생물적 격리의 정도

위험도	분	류	예
1	Protozoa	Trichomonas tenax(trophozoite), Enteromonas hominis(cyst) Chilomastix mesnili (cyst), Retortmonas intestinalis(cyst) Trypanosoma brucei (trypomastigote), Entamoeba coli (cyst) Trypanosoma rangeli (trypomastigote), E. gingivalis (trophozoite) E. hartmanni (cyst) (등)	
	Trematoda	Pseudoexorchis major (metacercaria), Macrorchis sp. (metacercaria)	
	Cestoda	Tetrarhynchus spp. (larva)	
	Nematoda	Nematospiroides dubius (larva), Rabbitis spp. (larva) Nippostrongylus brasiliensis (larva) (등)	
2a	Protozoa	Babesia bovis (vermicule), Trichomonas vaginalis (trophozoite) Pneumocystis carinii (cyst)	
	Trematoda	Plagiorchis muris (metacercaria)	
	Cestoda	Hymenolepis diminuta (cysticercoid), Bertiella studeri(cysticercoid) Dipylidium caninum (cysticercoid) (등)	
	Nematoda	Rhabditis hominis (larva), R. brevicauda (larva) Brugia pahangi (larva)	
	Protozoa	Giardia lamblia(cyst), Balantidium hominis(cyst) Trichomonas hominis (trophozoite) (등)	
	Trematoda	Metagonimus yokogawai(metacercaria), Fasciolopsis buski (metacercaria) Heterophyes heterophyes(metacercaria), C. formosanus (metacercaria) Centrocestus armatus (metacercaria) (등)	
	Cestoda	Diphyllobothrium latum (plerocercoid) D. erinacei (procercoid, plerocercoid) (등)	
	Nematoda	Trichuris trichiura(egg), Trichostongylus orientalis(larva) Ascaris lumbricoides(egg), Ancylostoma duodenale(larva) A. braziliense (larva) (등)	
	Protozoa	Hartmanella sp. (trophozoite), Naegleria sp. (trophozoite) Leishmania donovani (promastigote, amastigote) L. brasiliensis (promastigote, amastigote) (등)	
	Trematoda	Schistosoma japonicum (cercaria), S. m ansoni(cercaria) S. haematobium (cercaria)	
	Cestoda	Taenia solium (egg), Echinococcus granulosus (egg, hydatid sand) E. multilocularis (egg)	
	Nematoda	Wuchereria bancrofti(larva), Brugia maiayi(larva) Capillaria philippinensis (larva), Angiostrongylus cantonensis (larva) A. costaricensis (larva), Trichinella spiralis (larva)	

에 따라 BIOHAZARD 대책으로써 물리적 격리를 하지 않으면 안된다. 이것은 실험실 감염과 위험한 생물재료 확산 방지를 위한 실험 설비를 갖추고 주로 물리적인 조치를 실시하는 것이다.

CDC의 안전대책이나 NIH의 Guide Line에 그 방법이 마련되어 있다. 구체적으로 실험실 전체에 관한 설비, 관리 및 설비의 중심을 이루는 안전 Cabinet로부터 이루어지지만 개요를 자세하게 나타낸 것으로서, 설비, 관리에 관해서는 P1 - P2 Level로 나눈 NIH의 Guide Line, 후자에 관해서는 Class I - Class III로 나눈 NSF(미국 위생 기구재 재단; National Sanitation Foundation)이다. 이들을 정리하면 각각 표 11, 표 12와 같이 된다.

1.5 멸균, 소독법

실험실내 안전 Cabinet내 배수 폐기물등,

실험에 관여한 것은 정기적 또는 실험때마다 멸균을 확실히 필요가 있다. 멸균 방법을 다루는 병원체 종류나 실험내용에 따라 다르기 때문에 일반적으로는 말할 수 없기 때문에 실험에 입각한 방법을 충분히 검토한후 결정하지 않으면 안된다. 이때 배기 DUCT나 안전 Cabinet에 수용하고 있는 기기(원심분리기, 현미경등)의 멸균도 충분히 하는 것이 중요하다.

또 화장실이나 바닥부분의 Drain에는 멸균전에 호르말린용액등 소독약을 충분히 해서 Drain계통에로의 오염확산을 방지하지 않으면 안된다. 표 13에는 일반적으로 행해지고 있는 멸균방법을 기술한다. 단, 표중에 차이염 소산 Na과 호르말린가스는 같이 사용하면 발암물질을 생기게 할 위험성이 있기 때문에 병용은 피하는 것이 무난하다.

멸균이 정상적으로 실시되는지 감시하는 것도 중요하고 Auto Clave에 대해서는 고온균

표 9. 생리적 격리 LEVEL

LEVEL	내 용
B 1	<p>자연 환경에서 생존능력이 낮은 숙주 및 숙주 의존성이 높은 벡타를 이용하는 것에 봉입효과가 꽤 높다고 증명된 숙주 벡타 계의 봉입 정도의 것. 다음의 두 가지가 있다.</p> <p>(1) EX 1 대장균의 일종 E. COLIK 12 주(그루) 또는 그 유도체를 숙주로 해서, 접합 능력이 없고 다른 균에게 전달되지 않는 프라스미드 또는 BACTERIOPHAGE를 벡타로 하는 숙주 벡타계.</p> <p>(2) EX 2 봉입효과가 EK 1 과 동등하다고 문공부장관의 인정을 받은 것.</p>
B 2	<p>B 1 LEVEL의 충족시킴과 동시에 자연조건하에서 생존 능력이 특히 낮은 숙주 및 의존성이 특히 높은 벡타를 이용하는 것에 의해 봉입효과가 매우 높다고 증명된 숙주 벡타계의 봉입 정도의 것. 다음 두가지가 있다.</p> <p>(1) EK 2 EK 1의 조건을 충족시킴과 동시에 특수한 배양조건 이외에서의 생존률이 매우 낮은 숙주와 숙주 의존성이 특히 높고, 다른 살아있는 세포 전달성이 극히 낮은 벡타를 재조직하는 것에 의해 특수한 배양 조건 이외에서, DNA의 재조직 분자를 갖는 살아있는 세포가 24시간 경과후 1억분에 1 이하로 감소하는 숙주 벡타계</p> <p>(2) EK 2 이외의 숙주 벡타계 봉입 효과가 EK 2와 동등하다고 문공부장관의 인정을 받은 것.</p>

(*B. Stearothermophilus*) 호르말린가스등에 대해서는 고초균(*B. Subtilis*)의 발아세포가 자주 이용된다. 또, 소독약은 혈액이나 대변 등의 유기체에 의해 그 효력이 항상 저하하기 때문에 실제를 가상해서 농도를 결정하는 것이 중요하다.

1.6 BIOHAZARD의 SYMBOL MARK

BIOHAZARD대책을 필요로 하는 장치, 용기, 실험실, 실험기계, 실험동물사 등에는 공동 Symbol을 내세우지 않으면 안된다. 또 병원체의 수송에 있어서는 다음 세가지의 국제기관의 약속에 의해 곤봉방식도 규정되어 있고 외장에는 역시 공동 Symbol을 표시할 필요가 있다.

* 국제 기관명 *

- (1) 만국 우편 연맹(UPI)

- (2) 국제 항공우송 협회(IATA)

(3) 위험물 수송에 관한 국제 연맹전문가 위원회(The United Nations Committee of Experts on the Transports of Dangerous Goods)

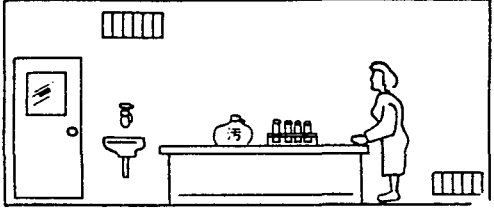

1.7 안전관리

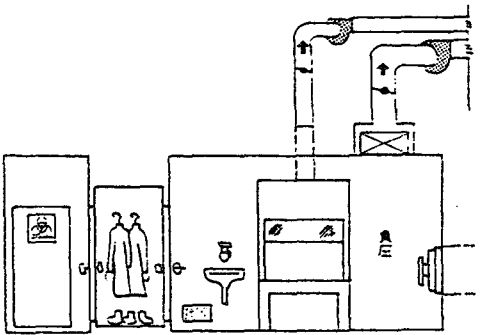
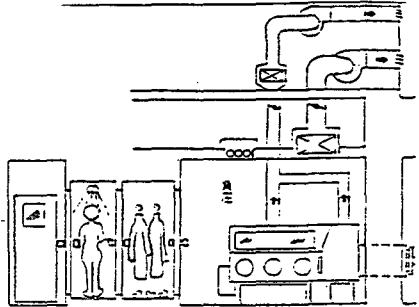
BIOHAZARD에 대한 안전을 확보하기 위해서는 이제까지 진술해 온 생리적 격리와 물질적 격리를 충실히 실천하는 것이다. 이들은 단순히 설비환경을 정리하는 것만으로 만족하는 것이 아니고 관계 종사자에게 얼마나 철저히 교육을 시키느냐에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 실제로 연구에 종사하고 있는 사람은 어떤 위험이 생기는 경우라도 위험을 돌보지않고 실험을 수행하는 것이다. 따라서 전문안전관리자(Safety of Ficer)를 두고 총합

표 10. 비순화 DNA를 사용하는 실험(대량 배양을 제외)의 격리방법 기준

D N A 의 공 급 체	사용되는 생물학적 봉입 Level과 제조적해야만 하는 물리적 봉입 Level	
	B1의 경우	B2의 경우
1) 동물(하등 진핵 생물에 속하는 것은 제외한다)	P 2	P 1
2) 식물(하등 진핵 생물에 속하는 것은 제외한다)	P 1	P 1
3) 하등 진핵 생물 및 원핵 생물중에 별표 3-(1)에 언급한 것 및 병원성이 있는 것이 새롭게 인정받은 것 및 그들이 보유하는 Virus	제 3장 제 3절 참조	
4) 하등 진핵 생물 및 원핵 생물중에 별표 3-(2)에 언급한 것 및 그들이 보유하는 Virus	P 3	P 2
5) 하등 진핵 생물 및 원핵 생물중에 별표 3-(3)에 언급한 것 및 그들이 보유하는 Virus	P 2	P 1
6) 하등 진핵 생물 및 원핵 생물중에 별표(3)에서 (5)에까지 해당하지 않는 것 및 그들이 보유하는 Virus	P 1	P 1
7) 진핵생물(하등 진핵 생물에 속하는 것은 제외)의 Virus, Rickettsia 및 크라미지아 중에서 별표 4-(1)에 언급한 것.	P 3	P 2
8) 진핵생물의 Virus, Rickettsia 중에서 별표 4-(2)에 언급한 것.	P 2	P 1
9) 진핵생물의 Virus, Rickettsia 중에서 별표 4-(3)에 언급한 것.	P 1	P 1
10) 진핵생물의 Virus, Rickettsia 중에서 (7)에서 (9)까지 해당하지 않는 것.	제 3장 제 3절 참조	

표 11. BIOHAZARD 대책의 설비, 관리 LEVEL

LEVEL	대상이 되는 격리		물리적 격리의 요점	설비, 관리 기준
	병원체	유전자학		
P1 LEVEL	위험도 1-2	P1	실험중에는 문을 닫는다. 보통 미생물 실험 에 준한다.	 <ol style="list-style-type: none"> 1) 실험중에는 문을 닫는다. 2) 화장실 설비를 갖춘다. 3) 곤충이나 작은 동물의 침입을 없앤다. 4) 작업면을 매일 또는 오염때마다 소독한다. 5) 실험의 착용이 바람직하다. 6) 실험실 속에서 음식, 흡연, 식품 보존을 금한다. 7) 솜마개 Pipette 또는 기계 Pipette(기계쪽이 좋다)를 사용한다. 8) 모든 오염제(고체, 액체)를 빨리 멸균한다. 9) Typhus, Cholera, Diphtheria, 파상풍균을 이용하는 실험은 개개인의 예방접종이 필요하다.
P2 LEVEL	위험도 2-3	P2	안전 Cabinet 를 사용한다. Aerosol 발생 방지 등 몇가지 예방조 치를 취한다. Auto Clave 를 갖춘다.	 <p>P1 Level 조건에 다음 항목을 덧붙인다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Auto Clave 갖춘다. 2) 안전 Cabinet 를 만든다. 3) Aerosol 이 발생하는 실험은 안전 Cabinet 내 서 한다. 4) 실험중에는 출입구를 관리하고 일반통행을 금 한다. 방문자는 내부 연구자의 허가가 필요, 12세 이 하의 입실은 금한다. 실험에 관한 지식을 갖고 입실한다. 5) 입으로 Pipette 조작을 금하고, 기계로 한다. 6) 고체 폐기물(용기내의 것도 포함)은 멸균후 버 린다. 7) 실험의를 입은채 실외로 나가지 않는다.

LEVEL	대상이 되는	물리적 격리의	설비, 관리 기준
	병원체		
P 3 LEVEL	위험도 3	P 3	<p>실험실내 전체를 부압으로 해서, 실외에서 실내로 향하는 기류로 한다. 안전 Cabinet 를 사용한다.</p>  <p>P 2 Level 조건에 다음 항목을 덧붙인다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 실험실은 관리통로나 이중문으로 해서 일반실과 격리한다. 2) 내장은 멸균, 소독하기 쉬운 구조로 한다. 3) 실내공기를 밖으로 뱉 때는 HEPA FILTER로 여과 하든가, 연소처리 한다. 4) 배기를 순환시키지 않는다. 5) BIOHAZARD 표시를 한다. 허가된 연구자만 입실한다. 6) 특별한 Aerosol 대책이 요구되는 원심기, Blender 기타 기기는 Hood나 격리된 방안에서 조작한다. 7) 앞단추의 실험의는 좋지않다. 장갑을 끼거나 구두를 갈아신는다. 8) 진공계는 FILTER와 액체 Trap을 통과시킨다. 9) 실험조작 완료와 함께 안전 Cabinet 및 기타 기기를 멸균한다. 10) 관계없는 생물은 갖고 들어가지 않는다.
	위험도 4	P 4	<p>실험실내 전체를 부압으로해, 실외에서 실내로 향하는 기류로한다. Class 3의 안전 Cabinet 를 사용한다. 공기차단장치나 Shower실을 설치해서 방호복등을 착용한다. 고도안전 실험실이라고도 불리어진다.</p>  <p>P3 Level 조건에 다음 항목을 덧붙인다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 고도 감염성이 있는 미생물용 2) 양쪽을 다 열수 있는 Auto Clave로 하고 실험실외로 나갈때는 모든 Auto Clave을 통과한다.

L E V E L	대상이 되는 격리		물리적 격리의 요 점	설 비, 관 리 기 준
	병원체	유전자학		
				<p>3) 실험실은 부압으로 해서 모든 공기는 HEPA FILTER를 통해서 배기한다. 배기는 독립한 계통으로 한다.</p> <p>4) 폐수는 모든 멸균장치를 통과시킨다.</p> <p>5) 안전 Cabinet 는 Class 3의 것을 사용한다.</p> <p>6) 실내조명은 천정에 Seal로 해서 파묻는다.</p> <p>7) 진공계는 HEPA FILTER를 통과시킨다.</p> <p>8) 연구자는 전실에 들어가 Shower를 하고 특별히 만들어진 예방의로 갈아 입고, 외부와 Air Lock된 실험실로 들어간다. 끝난후 반대의 순서로 해서 평상복으로 갈아 입는다.</p>

표 12. 안전 CABINET

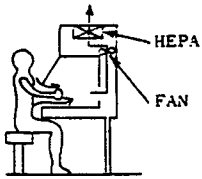
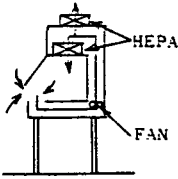
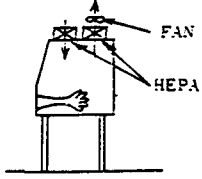
CLASS	CLASS 1	CLASS 2	CLASS 3
구 조			
설 비	P 2, P 3 LEVEL		P 4 LEVEL
특 징 비 교	<p>실험자로서의 감염방지의 성능이 좋다.</p> <p>Cabinet 내에는 외부 잠금이 혼입하기 때문에 무균 조작을 필요로 하지 않는 실험에 적합하다.</p>	<p>실험자로서의 감염방지와 Cabinet 내의 청정도 성능을 겸해 갖는다.</p> <p>무균조작을 할수 있기 때문에 이용범위가 넓다.</p> <p>기류방식에 의해 Class 2 A, 2B, 2C의 3종류가 있다.</p>	<p>최고 위험도의 생물재료를 다룰 수가 있고, 신뢰성은 가장 높다.</p> <p>밀폐형 때문에 조작성은 상당히 제한된다.</p>
주 요 시 험 항 목	<p>풍속, 풍량 시험</p> <p>HEPA 효율 시험</p>	<p>(NSF 규격)</p> <p>세균 시험</p> <p>Freon Leak 시험</p> <p>풍속, 풍량 시험</p> <p>HEPA 효율 시험</p>	<p>Freon Leak 시험</p> <p>HEPA 효율 시험</p>

표 13. 일반적인 멸균 방법

멸균대상	멸균제	멸균기, 요령
실내, 안전 Cabinet 내, Duct 계	Formalin Gas	Gas 발생장치
실내의 한정된 부분 (작업면, 바닥등)	차아염소산 Na, 알코올, Phenol 계 소독약등	깨끗하게 씻는다.
실험기구 폐기물	고압증기	Auto Clave
실험체를 봉입한 용기를 Cabinet 에서 꺼내는 경우	차아염소산 Na, Phenol 계	Dunk Tank
Cabinet 내, Pass Box 내에서 보조적인 멸균	자외선	UV Lamp
배수	팔팔 끓임 (130℃)	기압 Tank를 포함하는 배수 처리 설비

표 14. 안전관리의 주요 항목

관리대상	내용
관계자	BIOHAZARD 에 대한 기초지식 교육, 훈련 예방접종 실시 건강진단 실시
설비와 안전 cabinet	사용자 제한(입실 제한) 행동의 제한(음식, 흡연, 화장등을 금지) 복장의 제한(모자, 구두, 마스크, 상의, 장갑등을 착용) 기자재의 반입, 반출 제한 보수, 점검의 실시
실험 방법	안전 Cabinet 지정 (위험도에 맞는 Class 지정) 기자재 취급방법의 제한 (Pipette 등) 소독시기, 방법 지정
사고 처리	대책규정을 만들어 준비훈련을 한다. 사고보고 의무화

적인 관리 기준에 기초를 두는 감시를 한다면 비로서 BIOHAZARD 대책을 실현했다고 말할 수 있겠지요.

주요 안전관리 항목을 표14에 진술한다.

(다음호에 계속)