

최근 5년간 국가병원체자원은행 병원체자원 분양 현황(2015~2019)

질병관리본부 감염병연구센터 병원체자원관리TF팀 김수연, 방형원, 최영실*

*교신저자 : yschoi83@korea.kr, 043-719-6870

초 록

질병관리본부 국가병원체자원은행은 인간에게 감염병을 일으키는 병원체 및 정보를 수집·품질 확인·자원화하여 국민보건 증진과 보건의로 산업 분야에 활용될 수 있도록 분양하고 있다. 최근 5년간 국가병원체자원은행에서 분양한 병원체자원은 2015년에 1,659건, 2016년에 1,823건, 2017년에 1,457건, 2018년에 1,156건, 2019년에 1,706건이었다. 월별로는 2월과 3월 및 9월과 10월에 다른 기간에 비해 많이 분양되었고, 기관별로는 국공립연구소(2,291건)보다 민간영리기관(3,069건)에서 신청이 더 많았다. 분양목적 별로는 백신·치료제 연구용 440건, 진단기술 개발용 3,041건, 교육용 2,487건, 정도관리용 1,134건으로 나타났다.

2012년에 병원체자원관리TF가 신설되고 2017년에 「병원체자원의 수집·관리 및 활용촉진에 관한 법」이 시행되면서 국가병원체자원은행은 병원체자원에 대한 국가책임기관 및 기탁등록보존기관으로서 업무를 수행하고 있다. 이 글에서는 최근 5년간 병원체자원의 분양 현황을 소개하고 분양 가능한 자원을 제시함으로써 감염병 연구 및 보건의로 분야에 국내 병원체자원이 널리 활용될 수 있도록 정보를 제공하고자 한다.

주요 검색어 : 국가병원체자원은행, 병원체자원, 분양현황, 활용

들어가는 말

2014년 전 세계 각국의 생물주권을 인정하고 유전자원에 대한 접근과 이용에서 발생하는 이익을 공정하고 공평하게 공유하고자 하는 규범으로 나고야의정서가 발효되면서 각 나라들은 자국의 생물자원 관리체계를 마련하고 자원 사용에 대한 분쟁에 대비하였다. 우리나라도 2017년 「병원체자원의 수집·관리 및 활용촉진에 관한 법률(이하 '병원체자원법)」과 2018년 「유전자원의 접근·이용 및 이익 공유에 관한 법률(이하 '유전자원법)」이 전면 시행되면서 생물자원에 대한 국산 자원 확보, 국외 수출·수입 및 활용 등에 대한 관리 체계를 마련하게 되었다.

질병관리본부 국가병원체자원은행은 병원체자원법에 의거, 인체에 감염병을 일으키는 병원체자원에 대한 책임기관 및 기탁등록보존기관으로서 병원체자원의 확보, 품질확인 및 자원화를 통해 등재된 자원을 관리하고 감염병 연구기관, 교육기관,

보건의로·식품 및 바이오의약품 관련 산업체에 치료·백신개발 연구, 진단개발 연구, 정도관리 및 제품개발 등에 활용되도록 분양하고 있다.

등재된 병원체자원들은 최근 신·변종 감염병 발생 및 다제내성 의료감염 관련 감염병 등의 감염 경로, 원인병원체 특성, 발병 기작 연구, 치료제·백신 개발 후보주, 진단검사법 개발을 위한 양성 대조균주, 효능평가를 위한 교차 분석 물질로 활용되기 위해 주로 분양되었다.

우리 은행은 병원체자원의 고부가가치와 고품질 관리를 위해서 매년 품질경영시스템(ISO 9001)을 운영하여 표준화되고 체계적인 보존·관리업무를 수행하고 있으며, 분양가능한 자원의 품질확인서는 시스템에 등록되어 온라인으로 확인이 가능하도록 하고 있다.

이 글에서는 최근 5년간 국가병원체자원은행에서 분양된 병원체자원의 현황을 상세히 소개함으로써 자원 종류별, 활용 목적과 분야 등의 정보를 제공하고 국내 분리균주 보유현황 등 자원은행의 활동을 소개하여 분양을 촉진시키고자 한다.

몸 말

1. 연도 및 월별 분양 현황

2015년부터 2019년까지 분양된 병원체자원은 총 7,801건(주)으로 각 연도별로 2015년 118종 1,659건(주), 2016년 165종 1,823건(주), 2017년 130종 1,457건(주), 2018년 116종 1,156건(주), 2019년 155종 1,706건(주)으로 연평균 약 1,500건이 분양되었다. 월별 분양건수는 전체적으로 2월과 3월 및 9월과 10월에 가장 많이 분양되었다(표 1).

2. 자원종류별 분양 현황

2015년부터 2019년까지 분양된 바이러스는 1,016주, 세균은 5,128주, 진균은 369주, 파생물질은 1,288건으로 총 7,801주(건)이 분양되었다. 자원종류별 분양현황 분석 결과 파생물질을 제외한 다른 자원들은 2016년에 많이 분양 되었고 이후 감소하다가 2019년

다시 증가하는 경향을 보였다. 자원별로 연평균 분양 건수는 바이러스 약 203주, 세균 약 1,025주, 진균 약 74주, 파생물질 약 258건으로 세균자원이 다른 자원에 비해 많이 분양되었다(표 2).

3. 분양신청 기관별 분양 현황

분양신청 기관별로 국·공립연구소는 2,291건(29.4%), 대학 및 비영리기관은 2,441건(31.3%), 산업계 및 민간영리기관은 3,069건(39.3%)의 분양이 이루어졌다.

국·공립연구소에는 연평균 약 458주가 분양되었는데 2017년 이후 지속적으로 분양이 감소하여 2019년에는 연평균 대비 15%가 감소(388주/458주)된 것으로 나타났다. 대학 및 비영리기관에는 2016년을 제외하고 연평균 약 486주가 분양되었는데 2018년과 2019년에 연평균 대비 38.4%와 23.4%로 감소되었다. 산업계 등 민간영리기관에는 다른 기관에 비해 평균 30%이상 분양이 많이 되었는데, 2015년부터 2018년까지 계속 감소하다가 2019년에는 연평균 대비 50%(924주/616주)로 크게 증가하였다(표 3).

표 1. 연도별, 월별 분양 현황

단위: 주 또는 건

연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
2015	23	446	466	38	43	20	22	29	310	59	58	145	1,659
2016	78	525	77	77	86	37	117	160	175	404	42	45	1,823
2017	51	418	72	98	175	59	68	97	158	156	43	62	1,457
2018	52	56	291	115	107	68	28	42	50	207	62	78	1,156
2019	54	189	162	126	86	233	96	194	178	266	72	50	1,706
총계	258	1,634	1,068	454	497	417	331	522	871	1,092	277	380	7,801

표 2. 자원 종류별 분양 현황

단위: 주 또는 건

연도/자원구분	바이러스	세균	진균	파생물질*	계
2015	13종 105주	87종 1,002주	14종 62주	(4종) 490건	118종 1,659주
2016	12종 302주	97종 1,173주	25종 151주	(31종) 197건	165종 1,823주
2017	14종 194주	77종 1,067주	35종 105주	(4종) 91건	130종 1,457주
2018	11종 188주	85종 748주	12종 24주	(8종) 196건	116종 1,156주
2019	14종 227주	100종 1,138주	19종 27주	(22종) 314건	155종 1,706주
총계	64종 1,016주	446종 5,128주	105종 369주	(69종) 1,288건	684종 7,801주

*() 파생물질의 종수는 다른 자원 종과 중복되는 종류는 제외됨

표 3. 분양신청 기관별 분양 현황

단위: 주 또는 건

연도/기관구분	국공립연구소	대학 및 비영리기관	민간영리기관	계
2015	390	457	812	1,659
2016	491	791	541	1,823
2017	538	438	481	1,457
2018	484	351	321	1,156
2019	388	404	914	1,706
총계	2,291	2,441	3,069	7,801

4. 자원 활용 목적별 분양 현황

감소하다가 2019년에 다시 증가하는 추세를 보였다(표 4).

분양신청 기관의 병원체자원 활용계획 목적별 분양 현황 분석 결과 진단기술 개발과 교육용 목적이 각각 3,188건(40.9%)과 2,487건(31.9%)으로 가장 높은 것으로 나타났다. 기관별 연평균 분양 건수는 백신 및 치료제 연구(88주), 진단기술 개발(638주), 교육용(497주), 정도관리(227주), 기타(110건)로 분석되었다.

백신 및 치료제 연구를 위한 분양은 2015년부터 꾸준히 증가하여 2019년에는 191건으로 전년도 대비 135.8%로 증가된 것으로 분석되었다. 교육용으로 분양된 자원들 대부분은 보건소의 감염병 검사 담당자 교육과 의과대학 미생물 기초실습 교육의 참조균주로 이용할 목적으로 요청되었으며 이 목적의 분양은 해마다 감소하는 추세로 나타났다. 또한 식품미생물 검사 및 품질관리 등 정도관리 목적으로 1,134건(14.5%)이 분양되었는데 2015년부터 해마다 증가하였고 2019년에는 연평균 대비 33.0%가 증가 한 것으로 나타났다. 진단기술 개발을 위한 분양은 2015년부터 2018년까지 계속

5. 자원 종류별 분양 및 활용 목적

바이러스 자원 대부분은 백신·치료제 연구와 진단기술 개발 연구목적으로 분양되었다. 바이러스 자원 중 Influenza A, Dengue 및 Influenza B virus 자원 순으로 많이 분양되었다. Zika virus는 2017년부터 SFTS virus는 2018년부터 분양되었으며 Enterovirus A와 Japanese Encephalitis virus도 매년 꾸준히 분양되는 것으로 분석되었다(표 5).

세균 자원은 최근 5년간 총 5,128주(186종)로 연평균 약 1,026주가 분양되었다. 분석 결과 가장 많이 분양된 *Salmonella enterica*(931주), *Escherichia coli*(807주), *Staphylococcus aureus*(353주), *Bacillus cereus*(173주) 모두 장관감염증과 연관 있는 병원체였다. *Salmonella enterica*와 *E. coli*는 보건소 감염병 담당자 및 의과학 교육용, 그리고 식·의약품 분석기관에서

표 4. 자원 활용 목적별 분양 현황

단위: 주 또는 건

연도/활용목적	백신 및 치료제 연구	진단기술 개발	교육용(보건소/의과학)	정도관리	기타*	계
2015	36	796	570	184	73	1,659
2016	51	612	823	180	157	1,823
2017	81	576	448	262	90	1,457
2018	81	418	352	206	99	1,156
2019	191	786	294	302	133	1,706
총계	440	3,188	2,487	1,134	552	7,801

*기타: 진단 이외 기술개발, 교차반응, 유전자서열 확인 등

표 5. 바이러스 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

바이러스/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
Influenza A virus	47	106	58	29	70	310	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
Dengue virus	4	63	44	101	39	251	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Influenza B virus	14	49	21	11	32	127	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Adenovirus	10	25	17		7	59	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Enterovirus A	5	12	16	2	22	57	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Zika virus			4	20	12	36	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
Japanese Encephalitis virus	1	11	1	6	13	32	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Respiratory Syncytial virus	1	7	1	4	12	25	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Herpes Simplex virus	10	4	2	4	1	21	진단기술 개발, 의과학교육용
Rhinovirus A	3	5	7		5	20	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Chikungunya virus	1	13	5			19	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Measles virus	1	4	11	1	2	19	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
Mumps virus	4	3	5		2	14	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
SFTS virus				7	7	14	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
Vaccinia virus				3	3	6	백신 · 치료제 연구
Enterovirus B	4					4	진단기술 개발
Human coronavirus NL63			2			2	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
총계(종/주)	13/105	12/302	14/194	11/188	14/227	17/1,016	

정도관리 목적으로 가장 많이 분양되었으며, *Staphylococcus aureus*는 식·의약품 분석기관의 정도관리 목적과 진단기술개발 연구 목적으로 주로 분양되었다. 이 외에 대표적인 의료감염 내성세균으로 염증과 패혈증의 원인균인 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)과 급성폐렴의 원인균인 폐렴막대균(*Klebsiella pneumoniae*)은 주로 항생제내성균 진단제품 개발 시 교차반응과 성능 평가에 활용 할 목적으로 분양 되었다(표 6).

진균 자원은 세균이나 바이러스 자원에 비해 분양 건수가 적어 지난 5년간 총 369주(45종), 연평균 약 73주가 분양 되었다.

병원체별로는 *Candida* 속(147주) 중 *C. albicans*가 39주로 가장 많이 분양되었으며, *Cryptococcus neoformans*(36주), *Saccharomyces cerevisiae*(31주), *Aspergillus fumigatus*(28주), *Trichophyton rubrum*(25주)의 분양이 많았다.

대부분 종류들이 진단제 및 검사 제품의 성능 평가를 위한 진단기술 개발 연구, 양성 대조군 및 의과대학 의학미생물학 교육용 균주로 분양되었고 항진균제 개발 등의 치료제 연구목적 분양으로는 *Candida albicans* 1종이 분양되었다. 2016년과 2017년에 *Candida* 속, *Cryptococcus* 속, *Geotrichum* 속, *Kloeckera* 속, *Rhodotorula*

표 6. 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Salmonella enterica</i> *	175	237	157	118	244	931	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Escherichia coli</i>	158	164	186	127	172	807	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Staphylococcus aureus</i>	58	38	127	87	43	353	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Bacillus cereus</i>	39	38	44	26	26	173	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	32	22	36	13	54	157	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	13	20	15	37	62	147	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Shigella flexneri</i>	23	35	21	26	23	128	진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Shigella dysenteriae</i>	21	34	34	26	11	126	진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Listeria monocytogenes</i>	25	25	30	12	29	121	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Vibrio cholerae</i>	29	24	31	26	11	121	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Shigella sonnei</i>	23	36	22	18	21	120	진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Acinetobacter baumannii</i>	13	11	3	7	77	111	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Campylobacter jejuni</i>	24	21	24	17	24	110	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Shigella boydii</i>	23	37	18	17	14	109	진단기술 개발, 보건소/의과학 교육, 정도관리
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	18	25	27	17	22	109	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Clostridium perfringens</i>	16	27	32	16	15	106	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	13	18	22	9	36	98	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Vibrio vulnificus</i>	17	16	27	3	10	73	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Campylobacter coli</i>	17	18	19	15		69	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Yersinia enterocolitica</i>	19	16	17	2	13	67	진단기술 개발, 정도관리
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	24	13	14	5	9	65	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	7	22	13	5	9	56	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Streptococcus pyogenes</i>	15	15	6	4	9	49	진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Haemophilus influenzae</i>	7	13	7	7	8	42	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Proteus vulgaris</i>	9	14	5	6	6	40	진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Bacillus subtilis</i>	10	16	10	1	2	39	진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Enterobacter aerogenes</i>	8	13	6	1	9	37	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Orientia tsutsugamushi</i>	4	8	24	1		37	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Neisseria meningitidis</i>	6	13	4	2	10	35	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Mycobacterium bovis</i>	9	12	3	5	5	34	진단기술 개발, 의과학 교육, 정도관리
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	2		5	23	32	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Proteus mirabilis</i>	6	17	2	2	4	31	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Bacteroides fragilis</i>	8	14	3	1	3	29	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Streptococcus sanguinis</i>	8	10	2	2	5	27	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	12	10	3	1		26	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Serratia marcescens</i>	8	12	2	1	3	26	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Citrobacter freundii</i>	7	11	1	3	3	25	진단기술 개발, 보건소 교육, 정도관리
<i>Propionibacterium acnes</i>	10	10	3		2	25	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리, 의과학 교육
<i>Clostridium difficile</i>	3	9	5	2	3	22	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Enterococcus faecium</i>	1	4		5	5	15	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	5	1	5	2		13	진단기술 개발, 정도관리
<i>Bordetella pertussis</i>	1	2	2	3	4	12	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Legionella pneumophila</i>		1		5	5	11	진단기술 개발
<i>Micrococcus luteus</i>	6	1	3		1	11	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium abscessus</i>			2	7	2	11	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Aeromonas hydrophila</i>	1	3	2	1	2	9	진단기술 개발
<i>Mycobacterium avium</i>	1		1	2	5	9	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Bordetella parapertussis</i>			1	2	4	7	진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Enterobacter cloacae</i>	2	2			3	7	진단기술 개발, 정도관리
<i>Morganella morganii</i>	4		1		2	7	진단기술 개발
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	5				2	7	진단기술 개발, 정도관리
<i>Enterococcus gallinarum</i>	4		1	1		6	진단기술 개발
<i>Haemophilus haemolyticus</i>		1		4	1	6	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium kansasii</i>			1	2	3	6	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Staphylococcus hominis</i>	3		2		1	6	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Streptococcus anginosus</i>	5				1	6	진단기술 개발
<i>Streptococcus mutans</i>	3		2		1	6	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Streptococcus salivarius</i>	2	1			3	6	진단기술 개발
<i>Clostridium sporogenes</i>	1		4			5	정도관리
<i>Clostridium tetani</i>			4	1		5	진단기술 개발
<i>Haemophilus parainfluenzae</i>	3			1	1	5	진단기술 개발
<i>Klebsiella oxytoca</i>	1	2			2	5	진단기술 개발 정도관리
<i>Lactobacillus fermentum</i>		1			4	5	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium malmoeense</i>			1	1	3	5	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium szulgai</i>		1	1	1	2	5	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>			1	2	2	5	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Mycobacterium xenopi</i>			1	1	3	5	진단기술 개발
<i>Acinetobacter nosocomialis</i>		4				4	진단기술 개발
<i>Francisella philomiragia</i>	2			2		4	진단기술 개발
<i>Mycobacterium bolletii</i>		1		1	2	4	진단기술 개발
<i>Mycobacterium goodii</i>			1	1	2	4	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium marinum</i>			1	2	1	4	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Neisseria cinerea</i>			1	1	2	4	진단기술 개발, 정도관리
<i>Rhodococcus equi</i>	1	1	2			4	정도관리
<i>Streptococcus agalactiae</i>	2				2	4	진단기술 개발, 정도관리
<i>Streptococcus mitis</i>	1	1		1	1	4	진단기술 개발
<i>Vibrio alginolyticus</i>	1		2	1		4	진단기술 개발
<i>Yersinia frederiksenii</i>	1	3				4	진단기술 개발
<i>Acinetobacter pittii</i>		3				3	진단기술 개발
<i>Aeromonas veronii</i>		1	1		1	3	진단기술 개발
<i>Arcanobacterium haemolyticum</i>		1	1		1	3	진단기술 개발
<i>Bacillus thuringiensis</i>				2	1	3	진단기술 개발
<i>Corynebacterium propinquum</i>					3	3	진단기술 개발
<i>Cutibacterium acnes</i>				1	2	3	의과학 교육
<i>Enterococcus avium</i>	1				2	3	진단기술 개발
<i>Mycobacterium chelonae</i>				1	2	3	진단기술 개발
<i>Mycobacterium fortuitum</i>			1		2	3	진단기술 개발, 정도관리
<i>Mycobacterium intracellulare</i>					3	3	백신 · 치료제 연구, 진단기술 개발
<i>Mycobacterium lentiflavum</i>			2	1		3	진단기술 개발, 정도관리
<i>Providencia stuartii</i>		2			1	3	진단기술 개발
<i>Pseudomonas oryzae</i>		1	2			3	진단기술 개발
<i>Rickettsia typhi</i>		1	2			3	진단기술 개발
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	2				1	3	진단기술 개발
<i>Streptococcus suis</i>					3	3	진단기술 개발
<i>Yersinia intermedia</i>	1	2				3	진단기술 개발
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>		1		1		2	진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Acinetobacter ursingii</i>		2				2	진단기술 개발
<i>Brevundimonas diminuta</i>		2				2	진단기술 개발
<i>Brucella abortus</i>				2		2	진단기술 개발
<i>Burkholderia cepacia</i>	1				1	2	진단기술 개발
<i>Clostridium sordellii</i>			1	1		2	진단기술 개발
<i>Corynebacterium striatum</i>		1			1	2	진단기술 개발
<i>Escherichia hermannii</i>		1			1	2	진단기술 개발
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1	1				2	진단기술 개발
<i>Moraxella lacunata</i>		1			1	2	진단기술 개발
<i>Mycobacterium goodii</i>			1	1		2	진단기술 개발
<i>Mycobacterium massiliense</i>					2	2	진단기술 개발
<i>Mycobacterium senegalense</i>					2	2	진단기술 개발
<i>Staphylococcus capitis</i>	2					2	진단기술 개발
<i>Staphylococcus intermedius</i>	1		1			2	진단기술 개발
<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	1			1		2	진단기술 개발
<i>Staphylococcus simulans</i>	1		1			2	진단기술 개발
<i>Staphylococcus xylosus</i>	1		1			2	진단기술 개발
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1				1	2	진단기술 개발
<i>Streptococcus constellatus</i>		1			1	2	진단기술 개발
<i>Streptococcus gordonii</i>	1				1	2	진단기술 개발
<i>Vibrio mimicus</i>	1			1		2	진단기술 개발, 정도관리
<i>Vibrio proteolyticus</i>			2			2	진단기술 개발
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Aerococcus viridans</i>		1				1	진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Alcaligenes xylosoxidans</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Bacillus infantis</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Bacillus licheniformis</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Bacillus megaterium</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Bacteroides thetaiotaomicron</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Borrelia burgdorferi</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Brucella canis</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Brucella neotomae</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Brucella ovis</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Burkholderia cenocepacia</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Burkholderia gladioli</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Chryseobacterium indologenes</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Citrobacter braakii</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Citrobacter farmeri</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Citrobacter koseri</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Citrobacter sedlakii</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Clostridium butyricum</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Clostridium novyi</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Clostridium septicum</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Corynebacterium amycolatum</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Corynebacterium falsenii</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Corynebacterium jeikeium</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Corynebacterium pseudodiphtheriticum</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Corynebacterium ulcerans</i>		1				1	진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Cronobacter sakazakii</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Edwardsiella tarda</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Enterobacter amnigenus</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Enterobacter gergoviae</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Enterococcus casseliflavus</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Enterococcus durans</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Enterococcus hirae</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Enterococcus raffinosus</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Gardnerella vaginalis</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Hafnia alvei</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Kerstersia gyiorum</i>		1				1	진단기술 개발, 정도관리
<i>Kluyvera ascorbata</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Kluyvera cryocrescens</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Kocuria kristinae</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Lactococcus lactis</i>		1				1	정도관리
<i>Leclercia adecarboxylata</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Moraxella bovis</i>	1					1	진단기술개발
<i>Moraxella nonliquefaciens</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium aubagnense</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium colombiense</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium gilvum</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium mucogenicum</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium neoaurum</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium obuense</i>				1		1	진단기술 개발

표 6. (계속) 세균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

세균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Mycobacterium phlei</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Mycobacterium septicum</i>				1		1	진단기술 개발
<i>Neisseria elongata</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Neisseria flavescens</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Neisseria macacae</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Nocardia nova</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Plesiomonas shigelloides</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Proteus penneri</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Pseudomonas nitroreducens</i>					1	1	정도관리
<i>Ralstonia pickettii</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Raoultella ornithinolytica</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Staphylococcus pettenkoferi</i>		1				1	진단기술 개발
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Streptococcus equi</i>	1					1	진단기술 개발
<i>Streptococcus gallolyticus</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Streptococcus intermedius</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Streptococcus lutetiensis</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Vibrio hollisae</i>				1		1	진단기술 개발
총계(종/주)	87/ 1,002	97/ 1,173	77/ 1,067	85/ 748	100/ 1,138	186/ 5,128	

* *Salmonella enterica* serotypes(931): Typhi(124), Paratyphi A(119), Paratyphi B(98), Typhimurium(249), Enteritidis(187), Enterica etc. 58 serotypes(10주 내외 분양)

속, *Malassezia* 속 및 *Trichosporon* 속에 속하는 종들이 질량분석학적 특성을 통해 내성균주 동정을 위한 데이터베이스 개발에 활용하기 위한 목적으로 분양되었다(표 7).

미생물 병원체에서 유래된 파생물질 분양은 총 1,288건으로 바이러스는 20종의 RNA가 387건, 세균은 96종의 DNA가 393건, 진균은 7종의 DNA가 10건 핵산 형태로 분양되었다(목록 생략). 이 가운데 Noro virus synthetic RNA, Influenza A virus RNA,

Escherichia coli DNA, *Orientia tsutsugamushi* DNA가 가장 많이 분양되었다. 그 밖에 항혈청, 항체, 재조합 물질 등으로 498건이 분양되었다(표 8).

표 7. 진균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

진균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Candida albicans</i>	11	16	7	1	4	39	백신 · 치료제 연구, 의과학 교육, 진단기술 개발, 정도관리
<i>Cryptococcus neoformans</i>	5	18	10	2	1	36	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12	12	3	1	3	31	의과학 교육, 정도관리
<i>Aspergillus fumigatus</i>	6	13	3	4	2	28	진단기술 개발, 의과학 교육
<i>Trichophyton rubrum</i>	5	13	2	4	1	25	의과학 교육, 기타(대조균주)
<i>Epidermophyton floccosum</i>	5	13	2	3	1	24	의과학 교육
<i>Microsporum canis</i>	4	13	2	2	1	22	의과학 교육
<i>Rhizopus oryzae</i>	5	10	2	3	1	21	의과학 교육
<i>Candida parapsilosis</i>	1	6	11		1	19	진단기술 개발, 정도관리
<i>Candida glabrata</i>	1	6	9		1	17	진단기술 개발, 정도관리
<i>Candida tropicalis</i>	1	6	8		1	16	진단기술 개발, 정도관리
<i>Candida guilliermondii</i>		6	5			11	진단기술 개발
<i>Candida haemulonii</i>		2	4			6	진단기술 개발
<i>Candida lusitanae</i>		3	3			6	진단기술 개발
<i>Candida krusei</i>		1	3		1	5	진단기술 개발
<i>Candida lipolytica</i>	2		3			5	진단기술 개발
<i>Trichosporon asahii</i>		2	3			5	진단기술 개발, 기타(대조균주)
<i>Candida kefyr</i>		2	2			4	진단기술개발, 정도관리
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	3					3	정도관리
<i>Candida intermedia</i>		1	2			3	진단기술 개발
<i>Candida metapsilosis</i>		1	2			3	진단기술 개발
<i>Candida norvegensis</i>		1	2			3	진단기술 개발
<i>Candida pelliculosa</i>	1		2			3	진단기술 개발
<i>Malassezia pachydermatis</i>			1		2	3	진단기술 개발
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>			2	1		3	진단기술 개발
<i>Trichosporon mucoides</i>		2	1			3	기타(대조균주)
<i>Absidia corymbifera</i>					2	2	기타(유전자서열대조)
<i>Candida catenulata</i>			2			2	진단기술 개발

표 7. (계속) 진균 자원 분양 현황 및 주요 활용 목적

진균/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계	주요 활용 목적
<i>Candida dubliniensis</i>		1	1			2	진단기술 개발
<i>Candida rugosa</i>		1	1			2	진단기술 개발
<i>Geotrichum capitatum</i>				1	1	2	진단기술 개발
<i>Kodamaea ohmeri</i>			1		1	2	진단기술 개발
<i>Candida colliculosa</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Cladosporium resinae</i>				1		1	기타(대조균주)
<i>Cunninghamella bertholletiae</i>					1	1	기타
<i>Fusarium oxysporum</i>				1		1	기타(대조균주)
<i>Fusarium solani</i>					1	1	진단기술 개발
<i>Kloeckera apiculata</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Penicillium digitatum</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Penicillium expansum</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Penicillium oxalicum</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Rhizomucor pusillus</i>					1	1	기타(대조균주)
<i>Rhodotorula minuta</i>			1			1	진단기술 개발
<i>Trichophyton interdigitale</i>		1				1	기타(대조균주)
<i>Trichosporon cutaneum</i>		1				1	기타(대조균주)
총계(종/주)	14/62	25/151	35/105	12/24	19/27	45/369	

표 8. 핵산 등 파생물질 분양 현황

자원구분/연도	2015	2016	2017	2018	2019	계
바이러스 RNA	5	51	87	146	98	387
세균 DNA	16	136	4	25	212	393
진균 DNA	0	8	0	0	2	10
기타*	469	2	0	25	2	498
총계	490	197	91	196	314	1,288

* 기타(498): *Legionella busanensis* 항혈청(2), Mouse anti-influenza HA 단클론항체(462), Mouse anti-TBEV envelope protein 단클론항체(7), Ferret anti-Influenza A 혈청(20), 재조합벡터(4), Rabbit anti-Influenza A 혈청(3)

맺는 말

국가병원체자원은행은 2004년부터 국가 병원성미생물자원의 확보 및 활용체계 구축을 목표로 운영되기 시작했으며 2012년 병원체자원관리TF팀 신설로 병원체자원은행 업무가 체계적으로 관리되기 시작했다. 2017년 「병원체자원의 수집·관리 및 활용 촉진에 관한 법률」(이하 ‘병원체자원법’)이 시행되면서 국가의 병원체자원 관리 책임기관 및 수집·기탁·등록·보존 기관으로서 미생물(병원체) 생명자원 관리의 중추적 역할을 수행하고 있다[1]. 또한 유용한 병원체 자원의 수집 확대를 위해 국내외 병원체자원 관련 전문 기관과의 교류와 협력을 유지하고 있으며, 고부가가치 유용자원 개발을 통해 보건으로 산업 발전에 기여하고 자원강국으로서의 비전을 달성하려고 노력해 왔다. 이를 위해 고품질 자원의 보존 및 관리를 위해 매년 품질경영시스템(ISO 9001) 인증으로 자원의 품질관리 표준화를 유지하고 있다. 또한 국내 분리주에 대한 활용 촉진을 위하여 연 7회 이상 관련학회 홍보부스 참여, 연보 및 국·영문 안내서 발간 등 다양한 유형으로 분양 방법과 분양 가능한 자원을 홍보하고 있다.

본 글은 2015년부터 2019년까지 최근 5년간 국가병원체자원 은행에서 분양된 병원체자원을 연도별, 분양목적별, 병원체 종류별, 분양 기관별로 분석하여 자원이 백신·치료제 개발 연구, 제약·의료·식품 분석기관의 정도관리 및 평가, 진단제·진단키트 개발 연구의 대조물질 및 교차분석용 물질 등으로 활용된 현황을 알아보고자 했다.

최근 5년 중 2016년에 분양 건이 제일 많은 것으로 분석되었는데 이는 나고야의정서 발효(2014.10.12.) 이후 채택국들 간의 자원이용에 대한 이익 공유 또는 국제 분쟁 대비를 위해 자국마다 생명자원 관리체계의 필요성이 대두되고, 병원체자원의 국가 관리를 위한 병원체자원법 제정이 추진되면서 이와 관련된 보도 및 홍보가 이루어졌으며, 또한 2016년에는 병원체자원은행이 보건소와 의과학 교육용 참조균주(35종 39주)를 개발하여 적극적인 홍보를 수행했기 때문이라고 생각한다. 2019년에는 2018년 8월 유전자원법 시행으로 국내 분리 미생물균주에 대한 인식이 높아지고 병원체자원을 온라인으로 분양 신청하고 회신할

수 있도록 개선되면서 신청자의 접근성이 편리해지고 행정처리 시간이 절감되면서 분양요구가 증가 한 것으로 생각한다. 월별로는 2월과 3월 그리고 9월과 10월에 다른 월에 비해 눈에 띄게 많이 분양되었는데 이 시기는 기관마다 사업 및 연구과제 계획을 마련하여 시행을 준비하고 결과를 확인하는 기간이기 때문에 분양이 많은 것으로 판단된다.

분양된 총 7,801건 중 분양기관 별로는 국공립연구소 2,291건, 대학/비영리기관 2,441건이 분양되어 비슷했고, 민간영리기관(산업체)이 3,069건으로 가장 많았다. 자원의 주요 활용 목적과 기관별 분양을 살펴보면 감염병 관련 병인기작, 항생제 내성 및 특성 분석 기초연구에 활용할 목적인 백신 및 치료 연구용으로 440건(5.6%), 의약품 개발과 식품 및 장내세균검사 시 유효성 평가, 대조물질 및 참조균주로 활용하는 정도관리를 위해서 1,134건(14.5%), 감염병 진단제·검사키트 개발을 위해 3,188건(40.9%) 분양되었다. 민간산업체에는 68.6% 이상이 정도관리와 진단기술 개발 연구 활용목적으로 분양되었는데, 최근 신변종 감염병 발생 및 바이오의약품산업 분야의 투자와 관심이 높아져 관련 제품개발과 상용화를 위해 병원체가 활용된 것으로 생각한다.

자원별 분양 현황 분석 결과, 바이러스 자원 중 Dengue 바이러스, 인플루엔자바이러스A와 B가 각각 251주, 310주와 127주로 가장 많이 분양되었는데, Dengue 바이러스는 2018년에 모기 매개 질병 원인병원체 검출 및 신종바이러스 진단제 개발 평가에 활용할 목적으로 100주가 분양된 것으로 확인되었다. Dengue 환자는 2012년부터 증가하기 시작하여(149명), 2013년 252명, 2014년 165명, 2015년 255명, 2016년 313명, 2017년 171명으로 신고되었다[2,3,4]. 이 질환의 원인병원체 분양이 2015년에 4건에서 2016년에는 63건으로 갑자기 증가된 것은 2014년에 비해 2015년에 54.5%나 환자 보고가 증가된 것과 관련이 있으며 병원체 확인 진단을 위한 기술개발 활용 증대에 영향을 미친 것으로 생각된다.

인플루엔자바이러스는 주로 변이를 확인하기 위한 분자진단제 개발 및 정량 진단센서 개발 등의 진단기술 개발 연구 목적으로 꾸준히 분양된 것으로 나타났다. 인플루엔자 환자 감시를 위한 절기별 인플루엔자 바이러스 검출 현황은 2017-2018 절기에 A형이 2,013건, B형이 1,101건으로 높게 나타났으며 2015년, 2016년,

2019년에 A형은 평균 1,400건으로 확인되었고, B형은 2015-2016 절기와 2018-2019 절기에는 675건으로 동일하게 나타났으나 2016-2017 절기에는 322건으로 가장 낮게 나타났다[5,6]. 2018년에는 총 2,034건이 검출되었는데 아형별로는 B형이 799건, A(H3N2)형이 660건, A(H1N1)pdm09형이 575건 순으로 확인되었다. 2017-2018 절기에 가장 높게 나타났는데 이는 2019년에 이 자원의 분양이 다시 증가된 원인으로 생각된다.

최근 5년 동안 꾸준히 분양된 세균 자원은 *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* serotypes(Typhimurium, Enteritidis), *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Vibrio parahaemolyticus* 종류들이며 대부분 2급과 4급 감염병에 속하는 장관감염증을 일으키는 병원체들이다. 또한, 2급 감염병인 장티푸스와 파라티푸스 원인병원체인 *Salmonella enterica* serotype Typhi와, Paratyphi A/B도 꾸준히 분양되었으며 세균성 이질과 콜레라를 일으키는 *Shigella* 속 종류들과 *Vibrio cholerae* 종도 많이 분양되었다. 이들은 수인성 및 식품매개 감염병을 일으키는 병원성미생물들로 식품분석 기관의 주기적인 평가를 위한 정도관리 목적과 보건기관 감염병 검사 교육에 활용할 목적으로 분양되었다.

질병관리본부 감염병 감시연보에 따르면 병원체 *Streptococcus pneumoniae*에 의한 폐렴구균 환자도 2015년 이후 계속 증가하는 추세였는데(2014년 36명, 2015년 228명, 2016년 441명, 2017년 523명, 2018년 670명, 2019년 526명), 이 감염병의 원인병원체자원의 분양도 2018년도에만 예외적으로 감소하였고 2019년까지 계속 증가한 것으로 나타났다. 주로 백신·치료제연구, 진단기술 개발 및 정도관리 목적으로 많이 분양되었다.

대표적인 호흡기 세균성 질환인 성홍열은 환자 판정기준에 병원체분리 배양이 포함되면서 2013년부터 2017년까지 환자 발생이 증가하다가 2018년과 2019년에 감소 경향을 보였는데 원인병원체인 *Streptococcus pyogenes* 자원 분양도 2017년부터 감소한 것으로 나타났다. 하지만 백일해 환자발생은 2015년도 경북지역에서 집단 발생한 이후 2017년까지 계속 증가하는 추세로(2014년 5,809명, 2015년 7,002명, 2016년 11,911명, 2017년 22,838명, 2018년 15,777명,

2019년 7,562명)나타났는데 원인병원체 *Bordetella pertussis* 자원은 연 4건 내외로 분양된 것으로 보아 세균성 감염질환의 발생 증가와 병원체 분양 건이 반드시 같은 양상을 보이는 것은 아닌 것으로 확인되었다.

정부는 2020년까지 항생제 사용을 20%까지 줄인다는 목표로 2016년 8월 국가 항생제 내성관리 대책과 2018년 2월 전국 의료관련감염 실태조사를 거쳐 의료기관들 대상으로 실태조사를 실시하도록 2018~2022년 의료관련감염 예방관리 종합대책까지 마련하였다[7,8]. 다양한 다제내성감염증들의 감시체계 확대 강화 및 신고체계 운영 등 정책의 일환으로 원인병원체를 검사하고 치료제를 개발하는데 활용하고자 하는 목적으로 관련 병원체자원들이 많이 분양되었다. 2019년에 카바페넴내성장내세균속군중(CRE)감염증을 일으키는 *Klebsiella pneumoniae* serbs 군과 다제내성아시네토박터바우마니균(MRAB) 감염증을 일으키는 *Acinetobacter baumannii* 군, 다제내성녹농균(MRPA)감염증을 일으키는 *Pseudomonas aeruginosa* 군이 각각 62주, 72주, 54주로 다른 연도에 비해 많이 분양되었는데 의료감염 관련 종합대책과 감시체계 확대 강화의 영향으로 판단된다.

파생물질은 2018년에는 바이러스의 핵산자원이, 2019년에는 세균의 핵산자원이 많이 분양된 것 이외에는 특이할 만한 사항이 없었으며 최근 바이러스 위험군에 따라 취급할 만한 적절한 생물안전 연구 시설을 보유하지 못한 중소 산업체 및 소규모 연구소에서 핵산 형태로 요청하는 경우가 많았다. 국가병원체자원은행은 이들 중소 기관의 연구 및 제품개발 활성화를 위해 파생물질 자원의 관리체계를 확대하여 분양 가능한 자원에 대해서는 모두 분양할 수 있도록 할 예정이다.

이 글은 생물다양성협약 및 나고야의정서 발표 이후 전 세계적으로 국가마다 생명자원의 이익 가치가 강조되고 자원 확보에 대한 경쟁 심화와 경제적 부담이 가중되고 있는 상황에서 국내에서도 다양한 목적으로 분양된 병원체자원의 활용 현황을 소개함으로써 우리 자원은행의 활동을 알리고 연구자들이 의료 및 연구 현장에서 발굴한 미생물 병원체자원이 어디에 활용되고 있는지 공유함으로써 병원체자원에 대한 인지도를 높이고 분양을 활성화 할 목적으로 작성 되었다.

향후에도 국가병원체자원은행은 병원체자원법에 따라 병원체자원 책임기관과 기탁등록보존기관으로서 생명유전자원 관계부처와 정보공유 등 연계협력을 강화하고 생물정보 등 추가적인 자원의 특성 정보 강화 및 과학적인 관리를 통해 고부가가치 자원으로 보건의료 및 관련 산업분야에 더 많이 활용되도록 노력할 것이다.

5. 질병관리본부. 2015년~2017년 인플루엔자 관리지침. 2015~2017.
6. 질병관리본부. 2017~2018절기, 2019~2020절기 인플루엔자 관리지침. 2018~2019.
7. 정두련. 의료관련 감염의 전파 경로와 예방. 대한내과학회지. 2018;93(4): 317-323.
8. 보건복지부. 의료관련감염 예방관리 종합대책(2018~2022). 2018.
9. 질병관리본부. 병원체자원의 수집관리 및 활용촉진을 위한 중장기 계획 마련 연구. 정책연구용역 결과보고서. 2019.
10. 국가병원체자원은행 연보(2015~2018년, 정부간행물발간등록번호 11-1352173-000095-10).

① 이전에 알려진 내용은?

질병관리본부 국가병원체자원은행은 병원체자원법에 의거 국가의 미생물병원체자원 책임기관 및 수집기탁분양보존 기관으로서의 역할과 수집, 기탁 및 병원체자원 분양 업무를 수행하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

국가병원체자원은행에 등재된 자원은 약 4,900주(건)이며 이 가운데 품질확인이 완료되어 분양가능한 자원은 약 1,400여 주(건)로 해마다 연구기관, 대학교, 식품 및 제약업체에 감염병 치료 및 예방 연구, 진단기술 개발 연구 및 정도관리 등의 목적으로 분양되고 있다. 병원체자원법 제정을 준비하던 2016년도와 법 제정이후 분야별병원체자원전문은행 지정 및 자원 수집이 활발했던 2019년에 분양이 가장 많은 것으로 나타났다. 특히, 진단기술개발연구 목적으로 Salmonella 균주와 Influenza A 자원이 가장 많이 분양된 것으로 나타났다.

③ 시사점은?

최근 5년(2015년~2019년)간 국가병원체자원은행의 분양 활용 현황을 소개함으로써 국내 보건의료분야에 이용 현황을 파악할 수 있었으며, 우선 순위 수집자원과 등재자원의 정보를 파악할 수 있었고 국제인증을 위한 시험법에 필수적으로 활용되는 국내 유용병원체자원을 활용하여 개발하도록 정보를 제공하는데 의의가 있다.

참고문헌

1. 병원체자원의 수집·관리 및 활용촉진에 관한 법률(법률 제14839호, 2017.2.4.).
2. 질병관리본부. 2020 법정감염병 진단·신고기준. 2020.
3. 질병관리본부. 2015년~2019년 감염병 감시연보. 2016~2020.
4. 질병관리본부. 2015년도~2019년도 감염병 관리사업 지침. 2016~2020.

Abstract

Distribution Status for Pathogen Resources in the National Culture Collection for Pathogens (NCCP, Korea) from 2015 to 2019

Kim su yeon, Bang hyeongwon, Choi young sill

Pathogen Resource Management TF, Center for Infectious Diseases Research, KCDC

The Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC) National Culture Collection for Pathogens (NCCP) is in charge of the collection, quality control, and commercialization of the pathogens and information which causes the infectious disease, and distribute them to be utilized for promotion of the public health and the healthcare industry. Within the past 5 years, the number of pathogen resources distributed was 1,659 in 2015, 1,823 in 2016, 1,457 in 2017, 1,156 in 2018, and 1,706 in 2019. Categorized by months, more pathogens were distributed in February and March and September and October compared to other months. Categorized by the institution, profit organization (3,069) requested more distributions than national and public research institutes (2,291). Categorized by the purpose of distribution, 440 cases were for the vaccine or treatment development, 3,041 cases were for the diagnostic technology development, 2,487 cases were for the education and 1,134 cases were for quality control.

Since NCCP Task Force (TF) was established in 2012 and the law for collection, management, and exploitation of pathogen resources became effective in 2017, NCCP, a national responsible organization, and organization of deposition, registration, and preservation, perform the tasks. In this article, we provide information on the recent status of pathogen resource distribution over the past five years and to present the pathogen resources that are available for distribution to encourage widespread use of the pathogen resources in infectious disease research and public health area.

Keywords : National Culture Collection for Pathogens, Pathogen Resource, Distribution, Uses

Table 1. Monthly distribution status from 2015 to 2019

Unit: strain, case

Years/ Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
2015	23	446	466	38	43	20	22	29	310	59	58	145	1,659
2016	78	525	77	77	86	37	117	160	175	404	42	45	1,823
2017	51	418	72	98	175	59	68	97	158	156	43	62	1,457
2018	52	56	291	115	107	68	28	42	50	207	62	78	1,156
2019	54	189	162	126	86	233	96	194	178	266	72	50	1,706
Total	258	1,634	1,068	454	497	417	331	522	871	1,092	277	380	7,801

Table 2. Pathogen resources distribution status from 2015 to 2019

Unit: species/strain, case

Years/Resources	Viruses	Bacteria	Fungi	Derivatives*	Total
2015	13/105	87/1,002	14/62	(4)/490	118/1,659
2016	12/302	97/1,173	25/151	(31)/197	165/1,823
2017	14/194	77/1,067	35/105	(4)/91	130/1,457
2018	11/188	85/748	12/24	(8)/196	116/1,156
2019	14/227	100/1,138	19/27	(22)/314	155/1,706
Total	64/1,016	446/5,128	105/369	(69)/1,288	684/7,801

*(), cases of derivatives overlapped with other resources' species were excluded

Table 3. Distribution request agencies from 2015 to 2019

Unit: strain, case

Years/Agencies	National · Public Institutes	University/Non-Profit Organizations	Private Profit Organizations	Total
2015	390	457	812	1,659
2016	491	791	541	1,823
2017	538	438	481	1,457
2018	484	351	321	1,156
2019	388	404	914	1,706
Total	2,291	2,441	3,069	7,801

Table 4. Distribution for purposes from 2015 to 2019

Unit: strain, case

Years/Purposes	Vaccine and Therapeutics Development Research	Diagnostic Development	Medical Science education	Quality Control	Others*	Total
2015	36	796	570	184	73	1,659
2016	51	612	823	180	157	1,823
2017	81	576	448	262	90	1,457
2018	81	418	352	206	99	1,156
2019	191	786	294	302	133	1,706
Total	440	3,188	2,487	1,134	552	7,801

* Others: technology developments, cross reaction, genome sequences

Table 5. Virus resources distributed and the main purpose of use

Viruses/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
Influenza A virus	47	106	58	29	70	310	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
Dengue virus	4	63	44	101	39	251	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Influenza B virus	14	49	21	11	32	127	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Adenovirus	10	25	17		7	59	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Enterovirus A	5	12	16	2	22	57	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Zika virus			4	20	12	36	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
Japanese Encephalitis virus	1	11	1	6	13	32	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Respiratory Syncytial virus	1	7	1	4	12	25	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Herpes Simplex virus	10	4	2	4	1	21	Diagnostic development, Medical science education
Rhinovirus A	3	5	7		5	20	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Chikungunya virus	1	13	5			19	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Measles virus	1	4	11	1	2	19	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Mumps virus	4	3	5		2	14	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
SFTS virus				7	7	14	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
Vaccinia virus				3	3	6	Vaccine and therapeutics development research
Enterovirus B	4					4	Diagnostic development
human Coronavirus NL63			2			2	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
Total (species/strains)	13/ 105	12/ 302	14/ 194	11/ 188	14/ 227	17/ 1,016	

Table 6. Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Salmonella enterica</i> *	175	237	157	118	244	931	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Escherichia coli</i>	158	164	186	127	172	807	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Staphylococcus aureus</i>	58	38	127	87	43	353	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Bacillus cereus</i>	39	38	44	26	26	173	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	32	22	36	13	54	157	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	13	20	15	37	62	147	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Shigella flexneri</i>	23	35	21	26	23	128	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Shigella dysenteriae</i>	21	34	34	26	11	126	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Listeria monocytogenes</i>	25	25	30	12	29	121	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Vibrio cholerae</i>	29	24	31	26	11	121	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Shigella sonnei</i>	23	36	22	18	21	120	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Acinetobacter baumannii</i>	13	11	3	7	77	111	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Campylobacter jejuni</i>	24	21	24	17	24	110	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Shigella boydii</i>	23	37	18	17	14	109	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	18	25	27	17	22	109	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Clostridium perfringens</i>	16	27	32	16	15	106	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	13	18	22	9	36	98	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Vibrio vulnificus</i>	17	16	27	3	10	73	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Campylobacter coli</i>	17	18	19	15		69	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Yersinia enterocolitica</i>	19	16	17	2	13	67	Diagnostic development, Quality control

Table 6. (Continued) Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	24	13	14	5	9	65	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	7	22	13	5	9	56	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Streptococcus pyogenes</i>	15	15	6	4	9	49	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Haemophilus influenzae</i>	7	13	7	7	8	42	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Proteus vulgaris</i>	9	14	5	6	6	40	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Bacillus subtilis</i>	10	16	10	1	2	39	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Enterobacter aerogenes</i>	8	13	6	1	9	37	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Orientia tsutsugamushi</i>	4	8	24	1		37	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Neisseria meningitidis</i>	6	13	4	2	10	35	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Mycobacterium bovis</i>	9	12	3	5	5	34	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	2		5	23	32	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Proteus mirabilis</i>	6	17	2	2	4	31	Diagnostic development, Medical science education
<i>Bacteroides fragilis</i>	8	14	3	1	3	29	Diagnostic development
<i>Streptococcus sanguinis</i>	8	10	2	2	5	27	Diagnostic development, Medical science education
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	12	10	3	1		26	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Serratia marcescens</i>	8	12	2	1	3	26	Diagnostic development, Medical science education
<i>Citrobacter freundii</i>	7	11	1	3	3	25	Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Propionibacterium acnes</i>	10	10	3		2	25	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Medical science education, Quality control
<i>Clostridium difficile</i>	3	9	5	2	3	22	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Enterococcus faecium</i>	1	4		5	5	15	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	5	1	5	2		13	Diagnostic development, Quality control
<i>Bordetella pertussis</i>	1	2	2	3	4	12	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Legionella pneumophila</i>		1		5	5	11	Diagnostic development

Table 6. (Continued) Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Micrococcus luteus</i>	6	1	3		1	11	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium abscessus</i>			2	7	2	11	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Aeromonas hydrophila</i>	1	3	2	1	2	9	Diagnostic development
<i>Mycobacterium avium</i>	1		1	2	5	9	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Bordetella parapertussis</i>			1	2	4	7	Diagnostic development
<i>Enterobacter cloacae</i>	2	2			3	7	Diagnostic development, Quality control
<i>Morganella morganii</i>	4		1		2	7	Diagnostic development
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	5				2	7	Diagnostic development, Quality control
<i>Enterococcus gallinarum</i>	4		1	1		6	Diagnostic development
<i>Haemophilus haemolyticus</i>		1		4	1	6	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium kansasii</i>			1	2	3	6	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Staphylococcus hominis</i>	3		2		1	6	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Streptococcus anginosus</i>	5				1	6	Diagnostic development
<i>Streptococcus mutans</i>	3		2		1	6	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development, Quality control
<i>Streptococcus salivarius</i>	2	1			3	6	Diagnostic development
<i>Clostridium sporogenes</i>	1		4			5	Quality control
<i>Clostridium tetani</i>			4	1		5	Diagnostic development
<i>Haemophilus parainfluenzae</i>	3			1	1	5	Diagnostic development
<i>Klebsiella oxytoca</i>	1	2			2	5	Diagnostic development, Quality control
<i>Lactobacillus fermentum</i>		1			4	5	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium mageritense</i>			1	1	3	5	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium szulgai</i>		1	1	1	2	5	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>			1	2	2	5	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Mycobacterium xenopi</i>			1	1	3	5	Diagnostic development
<i>Acinetobacter nosocomialis</i>		4				4	Diagnostic development
<i>Francisella philomiragia</i>	2			2		4	Diagnostic development
<i>Mycobacterium bolletii</i>		1		1	2	4	Diagnostic development
<i>Mycobacterium goodii</i>			1	1	2	4	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium marinum</i>			1	2	1	4	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Neisseria cinerea</i>			1	1	2	4	Diagnostic development, Quality control
<i>Rhodococcus equi</i>	1	1	2			4	Quality control
<i>Streptococcus agalactiae</i>	2				2	4	Diagnostic development, Quality control
<i>Streptococcus mitis</i>	1	1		1	1	4	Diagnostic development
<i>Vibrio alginolyticus</i>	1		2	1		4	Diagnostic development

Table 6. (Continued) Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Yersinia frederiksenii</i>	1	3				4	Diagnostic development
<i>Acinetobacter pittii</i>		3				3	Diagnostic development
<i>Aeromonas veronii</i>		1	1		1	3	Diagnostic development
<i>Arcanobacterium haemolyticum</i>		1	1		1	3	Diagnostic development
<i>Bacillus thuringiensis</i>				2	1	3	Diagnostic development
<i>Corynebacterium propinquum</i>					3	3	Diagnostic development
<i>Cutibacterium acnes</i>				1	2	3	Medical science education
<i>Enterococcus avium</i>	1				2	3	Diagnostic development
<i>Mycobacterium chelonae</i>				1	2	3	Diagnostic development
<i>Mycobacterium fortuitum</i>			1		2	3	Diagnostic development, Quality control
<i>Mycobacterium intracellulare</i>					3	3	Vaccine and therapeutics development research, Diagnostic development
<i>Mycobacterium lentiflavum</i>			2	1		3	Diagnostic development, Quality control
<i>Providencia stuartii</i>		2			1	3	Diagnostic development
<i>Pseudomonas oryzae</i>		1	2			3	Diagnostic development
<i>Rickettsia typhi</i>		1	2			3	Diagnostic development
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	2				1	3	Diagnostic development
<i>Streptococcus suis</i>					3	3	Diagnostic development
<i>Yersinia intermedia</i>	1	2				3	Diagnostic development
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>		1		1		2	Diagnostic development
<i>Acinetobacter ursingii</i>		2				2	Diagnostic development
<i>Brevundimonas diminuta</i>		2				2	Diagnostic development
<i>Brucella abortus</i>				2		2	Diagnostic development
<i>Burkholderia cepacia</i>	1				1	2	Diagnostic development
<i>Clostridium sordellii</i>			1	1		2	Diagnostic development
<i>Corynebacterium striatum</i>		1			1	2	Diagnostic development
<i>Escherichia hermannii</i>		1			1	2	Diagnostic development
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1	1				2	Diagnostic development
<i>Moraxella lacunata</i>		1			1	2	Diagnostic development
<i>Mycobacterium goodii</i>			1	1		2	Diagnostic development
<i>Mycobacterium massiliense</i>					2	2	Diagnostic development
<i>Mycobacterium senegalense</i>					2	2	Diagnostic development
<i>Staphylococcus capitis</i>	2					2	Diagnostic development
<i>Staphylococcus intermedius</i>	1		1			2	Diagnostic development
<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	1			1		2	Diagnostic development
<i>Staphylococcus simulans</i>	1		1			2	Diagnostic development
<i>Staphylococcus xylosus</i>	1		1			2	Diagnostic development
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	1				1	2	Diagnostic development
<i>Streptococcus constellatus</i>		1			1	2	Diagnostic development

Table 6. (Continued) Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Streptococcus gordonii</i>	1				1	2	Diagnostic development
<i>Vibrio mimicus</i>	1			1		2	Diagnostic development, Quality control
<i>Vibrio proteolyticus</i>			2			2	Diagnostic development
<i>Acinetobacter haemolyticus</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Aerococcus viridans</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Alcaligenes xylosoxidans</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Bacillus infantis</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Bacillus licheniformis</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Bacillus megaterium</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Bacteroides thetaiotaomicron</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Borrelia burgdorferi</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Brucella canis</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Brucella neotomae</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Brucella ovis</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Burkholderia cenocepacia</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Burkholderia gladioli</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Chryseobacterium indologenes</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Citrobacter braakii</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Citrobacter farmeri</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Citrobacter koseri</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Citrobacter sedlakii</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Clostridium butyricum</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Clostridium novyi</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Clostridium septicum</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Corynebacterium amycolatum</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Corynebacterium falsenii</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Corynebacterium jeikeium</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Corynebacterium pseudodiphtheriticum</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Corynebacterium ulcerans</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Cronobacter sakazakii</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Edwardsiella tarda</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Enterobacter amnigenus</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Enterobacter gergoviae</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Enterococcus casseliflavus</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Enterococcus durans</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Enterococcus hirae</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Enterococcus raffinosus</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Gardnerella vaginalis</i>	1					1	Diagnostic development

Table 6. (Continued) Bacteria resources distributed and the main purpose of use

Bacteria/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Hafnia alvei</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Kerstersia gyiorum</i>		1				1	Diagnostic development, Quality control
<i>Kluyvera ascorbata</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Kluyvera cryocrescens</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Kocuria kristinae</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Lactococcus lactis</i>		1				1	Quality control
<i>Leclercia adedecarboxylata</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Moraxella bovis</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Moraxella nonliquefaciens</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium aubagnense</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium colombiense</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium gilvum</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium mucogenicum</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium neoaurum</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium obuense</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium phlei</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Mycobacterium septicum</i>				1		1	Diagnostic development
<i>Neisseria elongata</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Neisseria flavescens</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Neisseria macacae</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Nocardia nova</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Plesiomonas shigelloides</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Proteus penneri</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Pseudomonas nitroreducens</i>					1	1	Quality control
<i>Ralstonia pickettii</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Raoultella ornithinolytica</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Staphylococcus pettenkoferi</i>		1				1	Diagnostic development
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Streptococcus equi</i>	1					1	Diagnostic development
<i>Streptococcus gallolyticus</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Streptococcus intermedius</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Streptococcus lutetiensis</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Vibrio hollisae</i>				1		1	Diagnostic development
Total (species/strains)	87/ 1,002	97/ 1,173	77/ 1,067	85/ 748	100/ 1,138	186/ 5,128	

* *Salmonella enterica* serotypes (931): Typhi (124), Paratyphi A (119), Paratyphi B (98), Typhimurium (249), Enteritidis (187), Enterica etc. 58 serotypes (about 10 strains)

Table 7. Fungi resources distributed and the main purpose of use

Fungi/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Candida albicans</i>	11	16	7	1	4	39	Vaccine and therapeutics, Development research, Medical science education, Diagnostic development, Quality control
<i>Cryptococcus neoformans</i>	5	18	10	2	1	36	Diagnostic development, Medical science education
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12	12	3	1	3	31	Medical science education, Quality control
<i>Aspergillus fumigatus</i>	6	13	3	4	2	28	Diagnostic development, Medical science education
<i>Trichophyton rubrum</i>	5	13	2	4	1	25	Medical science education, Others
<i>Epidermophyton floccosum</i>	5	13	2	3	1	24	Medical science education
<i>Microsporum canis</i>	4	13	2	2	1	22	Medical science education
<i>Rhizopus oryzae</i>	5	10	2	3	1	21	Medical science education
<i>Candida parapsilosis</i>	1	6	11		1	19	Diagnostic development, Quality control
<i>Candida glabrata</i>	1	6	9		1	17	Diagnostic development, Quality control
<i>Candida tropicalis</i>	1	6	8		1	16	Diagnostic development, Quality control
<i>Candida guilliermondii</i>		6	5			11	Diagnostic development
<i>Candida haemulonii</i>		2	4			6	Diagnostic development
<i>Candida lusitanae</i>		3	3			6	Diagnostic development
<i>Candida krusei</i>		1	3		1	5	Diagnostic development
<i>Candida lipolytica</i>	2		3			5	Diagnostic development
<i>Trichosporon asahii</i>		2	3			5	Diagnostic development, Others
<i>Candida kefyr</i>		2	2			4	Diagnostic development, Quality control
<i>Aspergillus brasiliensis</i>	3					3	Quality control
<i>Candida intermedia</i>		1	2			3	Diagnostic development
<i>Candida metapsilosis</i>		1	2			3	Diagnostic development
<i>Candida norvegensis</i>		1	2			3	Diagnostic development
<i>Candida pelliculosa</i>	1		2			3	Diagnostic development
<i>Malassezia pachydermatis</i>			1		2	3	Diagnostic development
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>			2	1		3	Diagnostic development

Table 7. (Continued) Fungi resources distributed and the main purpose of use

Fungi/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Main purpose of use
<i>Trichosporon mucoides</i>		2	1			3	Others
<i>Absidia corymbifera</i>					2	2	Others
<i>Candida catenulata</i>			2			2	Diagnostic development
<i>Candida dubliniensis</i>		1	1			2	Diagnostic development
<i>Candida rugosa</i>		1	1			2	Diagnostic development
<i>Geotrichum capitatum</i>				1	1	2	Diagnostic development
<i>Kodamaea ohmeri</i>			1		1	2	Diagnostic development
<i>Candida colliculosa</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Cladosporium resinae</i>				1		1	Others
<i>Cunninghamella bertholletiae</i>					1	1	Others
<i>Fusarium oxysporum</i>				1		1	Others
<i>Fusarium solani</i>					1	1	Diagnostic development
<i>Kloeckera apiculata</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Penicillium digitatum</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Penicillium expansum</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Penicillium oxalicum</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Rhizomucor pusillus</i>					1	1	Others
<i>Rhodotorula minuta</i>			1			1	Diagnostic development
<i>Trichophyton interdigitale</i>		1				1	Others
<i>Trichosporon cutaneum</i>		1				1	Others
Total (species/strains)	14/62	25/151	35/105	12/24	19/27	45/369	

Table 8. Distribution status for derivatives from 2015 to 2019

Derivatives types/Years	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Virus RNA	5	51	87	146	98	387
Bacteria DNA	16	136	4	25	212	393
Fungi DNA	0	8	0	0	2	10
Others*	469	2	0	25	2	498
Total	490	197	91	196	314	1,288

* Others (498): *Legionella busanensis* anti-serum (2), Mouse anti-influenza HA mAb (462), Mouse anti-TBEV envelope protein mAb (7), Ferret anti-Influenza A Serum (20), Recombinant vector (4), Rabbit anti-Influenza A Serum (3)