

## 부산지역 다중이용시설의 환경수계에서 분리된 *Legionella pneumophila*의 분포 특성

황인영<sup>†</sup> · 박은희 · 박연경 · 박선희 · 성경혜 · 조현철  
미생물과

### Distribution of *Legionella pneumophila* from Environmental Water Systems of Public Facilities in Busan

Hwang In-yeong<sup>†</sup>, Park Eun-hee, Park Yon-koung, Park Sun-hee, Sung Kyoung-hye,  
Jo Hyeon-chul  
Microbiology Division

#### Abstract

*Legionella pneumophila* is found in natural and man-made aquatic environments and transmitted to human by aerosols because water systems provide optimal growth condition for it. *L. pneumophila* is known 15 serogroups until now, but only serogroups 1-6 are mostly used for diagnosis test and environmental survey. Thus, we investigated the contamination according to facility type and sample type and the serological distribution of *L. pneumophila* on water systems of public facilities in Busan, Korea. A total of 172 isolates of *L. pneumophila* were isolated, 43 strains isolated in 2007 and 129 strains isolated from 2013 to 2014. The serotypes isolated in 2007 were distributed to sg 1 - 6 except for sg 4, and serotypes of sg 7 - 15 were not found at all. The predominant strain was *L. pneumophila* sg 1 (48.8 %), followed by sg 6 (20.9 %), sg 3 (16.3 %), sg 5 (11.6 %), and sg 2 (2.3 %). In comparison, much more diverse serotypes were isolated during 2013 - 2014. The most predominant serotype was sg 1 (29.8 %), followed by sg 5 (15.5 %), sg 2 (12.4 %), sg 7 (11.6 %), sg 3, 4 (respectively 9.3 %), sg 6 (4.7 %), sg 8 (3.1%), sg 12 (2.3%), sg 13 (1.6%), and sg 15 (0.8%). *L. pneumophila* sg 4 that was not isolated before was isolated for the first time and sg 9, 10, 11, 14 were not isolated. And we analyzed the distribution of *L. pneumophila* isolated from 2013 to 2014 by facility type and sample type so that *L. pneumophila* were isolated from public baths (26.4 %), buildings (24.0 %), ships (18.6 %), hospitals (15.5 %), factories (4.5 %), and others (7.7 %) and observed in 40.3 % for cooling tower water, 31.8 % for hot water, 21.7 % for others and 6.2 % for cool water by sample type.

**Key Words** : *Legionella pneumophila*, serogroup

#### 서 론

국내에서 처음 보고된 레지오넬라증은 1984년 K병원의 중환자실에 근무한 의료인을 시작으로 집단으로 발병한 폰티악열(Pontiac fever)이었다. 이 사례는 중환자실

에 입원한 환자 3명이 같은 날 사망하면서 역학조사 과정에서 알려지게 되었다. 환자의 사인은 밝힐 수 없었으나, 중환자실에 근무한 의료인들에서 혈청검사 결과 *Legionella gormanii*에 대한 항체가 상승이 확인되었고, 병원소는 중환자실의 창틀에 달린 냉방기로 추정하였

<sup>†</sup> Corresponding author, E-mail : hiy1029@korea.kr

Tel : +82-51-309-2825, Fax : 82-51-309-2829

다<sup>1,2)</sup>. 이후 우리나라의 레지오넬라증에 대한 관리는 주로 하절기 대형건물의 냉각탑수에 대한 레지오넬라균 오염도 조사에 치중되어 왔으며, 이러한 이유로 레지오넬라증과 냉방병을 동일시하고 하절기에 국한된 질환으로 오인하기도 하였다. 그러나 질병관리본부의 전염병 통계에 따르면, 2006년부터 매년 20명 이상의 환자 발생 신고가 있으며 실제로는 이보다 많을 것으로 추정되고 있고, 월별 환자의 발생분포를 살펴보면 계절에 관계없이 연중 발생하는 것을 알 수 있다<sup>3)</sup>. 이들의 감염경로를 명확히 밝히는 것은 어려우나, 현대 사회의 생활패턴을 감안하면 레지오넬라균 오염 가능성이 있는 다중이용시설의 수계시설이 감염원으로 추정 된다<sup>4)</sup>. 특히, 찜질방, 목욕탕 등 공공목욕탕을 이용하는 인구가 많은 우리나라 특성상 오염된 수계시설을 통한 질환 발생의 위험에 노출될 기회가 많다. 그러나 지역사회에서 간헐적 또는 산발적으로 발생하는 경우에는 그 원인을 신속히 밝히는 것이 매우 어렵기 때문에 인공 수계환경에서 분리된 레지오넬라균의 유형을 분석함으로써 환자 발생 시 감염경로를 파악할 수 있는 데이터를 구축하는 것이 매우 중요하다<sup>5)</sup>.

현재까지 밝혀진 *Legionella pneumophila*의 혈청형은 15가지인데, 국내에서 레지오넬라증 진단검사에 포함되어 있는 혈청형은 1형부터 6형까지로 7형부터 15형까지는 배제되고 있다<sup>6)</sup>. 그런데 질병관리본부의 연구결과<sup>7)</sup>를 보면 혈청형 7-15형에 대한 내국인의 항체 보유율이 비교적 높은 것을 알 수 있었고 이탈리아에서도 레지오넬라 항체가를 조사한 결과, 전체 양성자 중 혈청형 7-14형인 경우가 66 %를 차지하며 분포율이 가장 높았으며<sup>8)</sup>, Ditommaso 등<sup>9)</sup>에 의한 결과에서도 7-15형의 항체가가 38.9 %로 높게 나타났다.

본 연구에서는 부산지역 다중이용시설의 수계시설에서 분리된 *L. pneumophila*를 대상으로 15가지 혈청형(1형-15형)의 분포 현황을 조사하였고, 2007년 분리균주와 2013년 ~ 2014년 분리균주를 비교하여 시기에 따른 혈청형 변화 양상을 보았다. 또한 시설별, 검체 유형별 분리율을 파악함으로써, 향후 진단체계 정립 및 정책 수립과 역학 조사에 활용될 수 있는 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 연구대상

부산지역 다중이용시설(목욕탕, 대형건물, 선박, 병원,

공장, 호텔, 분수대)의 냉각탑수, 냉수, 온수 등의 수계시설에서 2013년부터 2014년까지 분리된 *L. pneumophila* 129주와 혈청형 분포에 대한 비교를 위해 2007년도 부산지역에서 분리된 *L. pneumophila* 43주를 연구대상으로 하였다.

### 균주 분리 및 동정

레지오넬라균의 분리는 Park<sup>10)</sup> 등의 방법에 따랐고, PCR (polymerase chain reaction)을 통해 유전자를 확인하여 최종 동정 하였다. 16S rRNA 유전자 증폭을 위한 primer set (F: 5'-AGGGTTGATAGGTTAAGAGC-3', R: 5'-CCAACAGCTAGTTGACATCG-3')과 *mip* 유전자 증폭을 위한 primer set (F: 5'-GGIGACTGCGGCIGTTAATGG-3', R: 5'-GGCCAATAGGTCCGCCA-ACG-3')을 이용하여 두 유전자의 PCR 증폭 여부를 *L. pneumophila*와 *Legionella* spp.를 분류하였다. PCR 반응조건은 95 °C에서 5분간 denaturation한 후, 95 °C에서 1분, 60 °C에서 1분, 72 °C에서 1분간의 cycle을 30회 반복하여 증폭시켰다. 증폭산물은 1.5 % agarose gel을 이용하여 30분간 전기영동하여 유전자의 증폭 유무를 확인하여 16S rRNA(증폭 크기 : 386 bp)와 *mip*(증폭 크기 : 630 bp) 유전자 모두 가지고 있는 균을 *L. pneumophila*로 동정하여 혈청형 확인 실험을 실시하였다. 16S rRNA와 *mip* 유전자의 양성 대조균은 질병관리본부 결핵·호흡기세균과에서 분양받아 사용하였다.

### 혈청형 확인 시험

분리된 *L. pneumophila*에 대한 혈청형은 *Legionella* latex test (Oxoid, England)와 *L. pneumophila* antiserum kit (Denka, Japan), direct fluorescent-antibody assay (DFA) kit (m-tech, U.S)를 사용하여 *L. pneumophila* 혈청형 1-15형을 확인하였다. 먼저 *Legionella* latex test를 이용하여 혈청형 1형을 확인하였고, 1형을 제외한 혈청형 확인은 균을 멸균인산염완충액(PBS, pH7.6)에 현탁하여 100 °C에서 15분 혹은 1시간 가열처리한 후, DFA를 실시하였다. DFA는 가열처리한 균부유액을 희석하여 80 well slide (Thermo Fisher Scientific, USA)에 2 μL 분주하여 건조시킨 후, -20 °C 보관 acetone으로 15분간 고정시켰다. 여기에 DFA 시약을 각각의 well에 2 μL씩 분주하여 37 °C 배양기(Sanyo, Japan)에서 30분간 반응시킨 후, PBS로 10분간 세척하고 증류수로 행구어 건조한 후,

mounting medium (Sigma, England)을 떨어뜨려 형광현미경(Carl Zeiss DE/Axioskop 40)으로 400배에서 검경하였다. 단간균의 형태로 형광을 띠는 well을 DFA 양성으로 판독하여 혈청형으로 결정하였다. DFA에서 혈청형 확인이 되지 않은 균은 *L. pneumophila* antiserum kit를 사용하여 슬라이드 응집법을 실시하였다. 슬라이드 응집은 균부유액에 동량의 항혈청을 떨어뜨려 1분 이내에 강한 응집을 보이는 것을 양성으로 판정하였다.

## 결과 및 고찰

### 혈청형 분포

2013년부터 2014년까지 분리된 129주의 *L. pneumophila*의 혈청형 분포 결과는 그림 1 A와 같다. 혈청형별 분포는 1형이 29.8%로 가장 높았고, 그 다음으로 5형 15.5%, 2형 12.4%, 7형 11.6%, 3형 9.3%, 4형 9.3%, 6형 4.7%, 8형 3.1%, 12형 2.3%, 13형 1.6%, 15형 0.8% 순이었으며, 혈청형 중 9형, 10형, 11형, 14형은 분리되지 않았다. 대조군으로 사용한 2007년에 분리된 *L. pneumophila* 43주 혈청형 분포는 1형이 48.8%로 가장 높았고 6형이 20.9%, 3형이 16.3%, 5형이 11.6%, 2형이 2.3% 순으로 나타났으며, 혈청형

중 4형과 7형에서 15형까지는 확인되지 않았다.(그림 1 B)

국내의 다른 연구들과 비교해 볼 때, 2008년 서울에서 분리된 *L. pneumophila*의 1형에서 6형까지의 혈청형 분포는 1형(62.3%), 6형(13.0%), 3형(11.6%), 5형(11.6%), 2형(1.4%)의 순이었으며 4형은 분리되지 않아<sup>11)</sup> 본 연구결과와 유사하였으나, 이 연구에서는 7형에서 15형까지의 혈청형에 대한 실험이 이루어지지 않았기 때문에 7형~15형까지의 혈청형 분포 여부는 확인할 수 없었다. 광주에서 2007년 ~ 2008년에 분리된 *L. pneumophila*의 3가지 혈청형(1형, 5형, 6형)의 분포는 1형이 54.1%, 5형이 13.1%, 6형이 11.5% 순이었으며, 3가지 혈청형에 속하지 않은 균주가 21.3%로 보고하여<sup>4)</sup> 본 연구결과에서 확인한 2007년도 분리균주에 대한 3가지 혈청형의 분포율이 비슷하여 우리나라에서 주로 분리되는 *L. pneumophila* 혈청형은 1, 3, 5 및 6형임을 알 수 있었다.

부산지역의 환경수계에서 분리된 *L. pneumophila*의 혈청형 분포에 대한 이전의 연구와 비교해 볼 때 1998년에는 1형(42.4%), 2형(33.6%), 5형(5.2%), 6형(3.4%)의 순이었는데<sup>10)</sup> 본 연구의 2007년도 분리균의 혈청형 분포결과와는 차이를 보였다. 1998년에 두 번째로 우세했던 2형이 2007년에는 1주만 분리되었고, 1998년에는 확인되지 않았던 3형이 2007년에는 16.3%의 분포율을 보여 연도별로 유행하는 혈청형이 있음을 알 수 있었다.

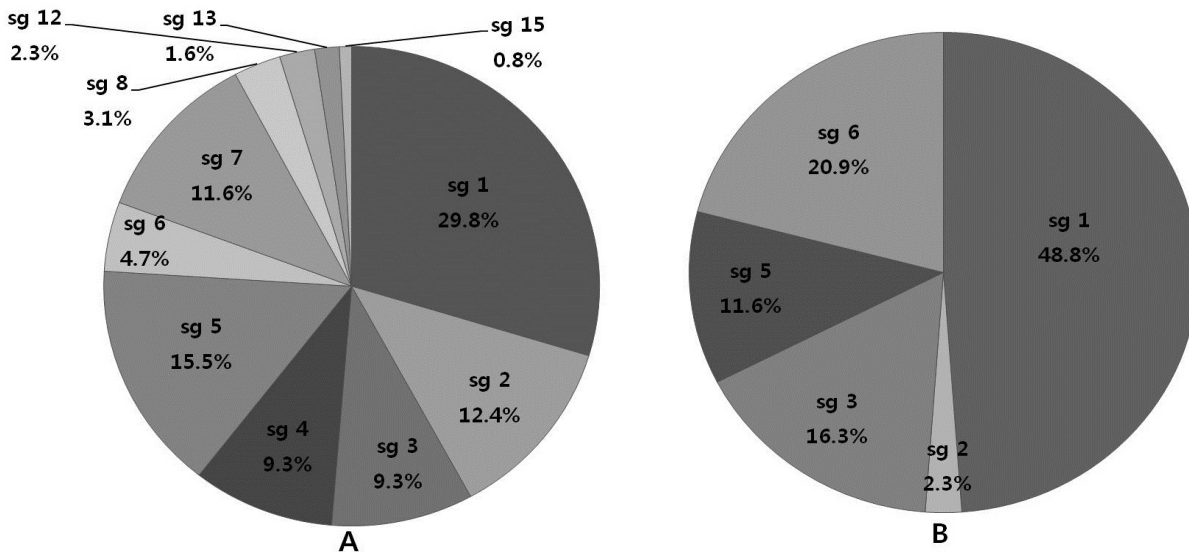


Fig. 1. Distribution of *L. pneumophila* serotypes from water systems in Busan public facilities from 2013 to 2014 (A), in 2007 (B). (A) Isolates from 2013 to 2014 were distributed the serogroups (sg) 1–15 except for sg 9, 10, 11, 14. (B) Isolates in 2007 were distributed the serogroups 1–6 except for serogroup 4 and were not isolated of serogroups 7–15.

이 등<sup>12)</sup>이 2008년 국내 7개 지역에서 분리된 *L. pneumophila*의 혈청형 분포는 1형이 54.7 %, 5형(11.9 %), 6형(11.5 %)으로 나타나 이 시기에 국내의 다른 지역에서 분리된 레지오넬라균의 혈청형 분포 결과<sup>4,11)</sup> 및 본 연구결과와도 유사하여 2007년과 2008년에 우리나라에서 유행했던 *L. pneumophila*의 혈청형은 1, 5 및 6형이라고 볼 수 있다. 또한, 부산지역에서 2013년부터 분리된 *L. pneumophila*의 혈청형 중 1형이 가장 많이 분리되고 있으나 이전과는 다르게 1형을 제외한 다른 혈청형(2~15형)의 분포율과 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 다양한 혈청형의 *L. pneumophila*가 부산지역의 인공수계시설에 서식함을 알 수 있었다.

국외의 연구결과와 비교해 보면, Qadreyah<sup>13)</sup> 등은 쿠웨이트에서 분리한 *L. pneumophila*의 혈청형 분포율은 3형(80.4 %)이 가장 높고, 1형(13.0 %), 7형(2.2 %), 10형(2.2 %), 4형(2.2 %)의 순으로 보고하였으며, Zineddine<sup>14)</sup> 등은 프랑스에서 분리된 *L. pneumophila*의 혈청형 분포율이 12형(50.0 %), 1형(23.3 %), 10형(16.7 %)으로 보고하여 지역별, 연도별로 분리되는 *L. pneumophila*의 혈청형 분포에는 차이가 있음을 알 수 있었다.

*L. pneumophila*의 분포현황

검체의 종류를 알 수 있는 2013년부터 2014년까지 분리된 *L. pneumophila* 129주의 시설별, 검체 유형별 분

포현황은 그림 2와 같다.

시설별 분포현황은 목욕탕이 26.4 %로 가장 높았고, 대형건물(24.0 %), 선박(18.6 %), 병원(15.5 %), 공장(7.8 %), 기타(7.7 %)의 순이었다.(그림 2 A) 이 등<sup>12)</sup>의 2008년 국내 7개 지역에서 분리된 레지오넬라균의 시설별 분포는 대형빌딩이 36.3 %로 가장 높았고, 목욕탕(28.9 %), 병원(25.9 %), 공장(4.5 %)의 순으로 본 연구결과와 큰 차이를 보이지 않았다. 공중 목욕 문화가 발달되어 있는 우리나라의 생활패턴을 감안하면 목욕탕의 높은 *L. pneumophila*의 분포율은 레지오넬라증 감염 위험이 크다는 것을 시사하며, 2002년 일본의 한 온천에서 레지오넬라균에 의한 집단발생으로 295명이 감염되고 7명이 사망하는 사례 보고<sup>15)</sup> 등으로 볼 때 노약자나 기저질환자 등의 공중목욕탕이나 찜질방 이용 시 주의가 요구된다.

검체 유형별 *L. pneumophila* 혈청형 분포율은 냉각탑수가 40.3 %로 가장 높았고 온수(31.8 %), 기타(21.7 %), 냉수(6.2 %)순으로 나타났다.(그림 2 B) 이 등<sup>12)</sup>이 우리나라의 인공 환경수계에서 분리한 *L. pneumophila*의 혈청형 분포 결과는 냉각탑수(49.3 %)와 온수(45 %)로 보고하여, 우리나라에서 *L. pneumophila*의 오염원은 주로 냉각탑수와 온수임을 알 수 있었다.

레지오넬라증은 사람 간의 전파는 안된다고 보고되고 있으나 단일 폭로에 의한 집단 발생이 가능하므로 공중목욕탕의 온수시스템 오염은 상당히 위험한 요인으로 작용할 수 있다<sup>16,17)</sup>. 선박은 운항기간이 길며, 운항 중에는 외부로부터의 생활용수 등의 공급이 어렵기 때문에 선박

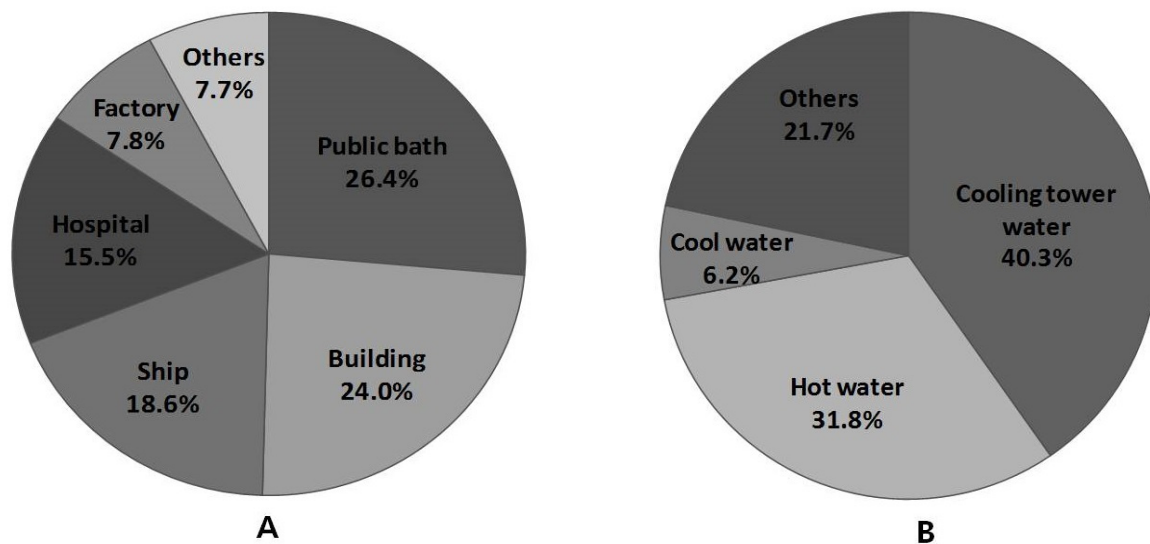


Fig. 2. Distribution of *L. pneumophila* isolated from 2013 to 2014 according to public utilizing facilities (A), sample type (B).

내 수계시설의 레지오넬라균 오염은 승선객에게 레지오넬라증 감염 위험에 지속 노출되어 있다고 하겠다. 본 연구에서도 선박 내 수계시설에서 분리된 *L. pneumophila*의 분포율이 18.6 %로 높고, Georgia<sup>18)</sup> 등은 선박 내 수계시설의 66.7 %가 *Legionella* spp.에 오염되었다고 보고한 것과 배에 탑승하고 있던 승객이 레지오넬라증에 감염된 사례<sup>19,20)</sup>도 보고되고 있어 선박은 잠재적 레지오넬라균의 오염원으로 작용한다고 하겠다. 따라서 출항 전 선박 내 수계 시설의 사용수에 대한 레지오넬라균 오염에 대한 검사가 강화되어야 하며, 국외에서 유입되는 여객선 등의 국내 입항 시 선박 내 수계시설에 대한 레지오넬라

균 오염도 조사도 실시되어야 할 것으로 사료된다.

#### 시설별, 검체 유형별 혈청형 분포

시설별 혈청형 분포는 목욕탕에서 2형(29.4 %), 1형(26.5 %), 대형건물에서 1형(45.2 %), 4형(29.0 %), 선박에서 3형(45.8 %), 5형(20.8 %), 병원에서 1형(40.0 %), 5, 7형(각각 15.0 %), 공장에서는 7형(40.0 %), 5형(30.0 %) 순으로 높게 분포했다.(표 1)

검체 유형별로는 냉각탑수와 온수에서 1형(각각 42.3 %, 31.7 %)이, 냉수에서는 2형(50.0 %)이 높아(표 2), 시설별, 검체 유형별로 분리되는 *L. pneumophila*의 혈

**Table 1. Serogroup distribution of *L. pneumophila* isolated from 2013 to 2014 according to public utilizing facilities**

Sero-groups	Distribution (%)					
	Public bath (n=34)	Building (n=31)	Ship (n=24)	Hospital (n=20)	Factory (n=10)	Others (n=10)
1	26.5	45.2	4.2	40.0	10.0	50.0
2	29.4	6.5	12.5	-	-	10.0
3	2.9	-	45.8	-	-	-
4	2.9	29.0	-	10.0	-	-
5	23.5	3.2	20.8	15.0	30.0	-
6	8.8	3.2	-	10.0	-	-
7	2.9	9.7	8.3	15.0	40.0	20.0
8	-	3.2	-	-	20.0	10.0
12	2.9	-	-	10.0	-	-
13	-	-	8.3	-	-	-
15	-	-	-	-	-	10.0

- , Not detected

**Table 2. Serogroup distribution of *L. pneumophila* isolated from 2013 to 2014 according to sample type**

Sero-groups	Distribution (%)			
	Cooling tower water (n=52)	Hot water (n=41)	Cool water (n=8)	Others (n=28)
1	42.3	31.7	12.5	7.1
2	3.8	14.6	50.0	14.3
3	-	2.4	-	39.3
4	21.2	-	12.5	-
5	7.7	26.8	-	17.8
6	1.9	9.8	12.5	-
7	15.4	4.9	12.5	14.3
8	7.7	-	-	-
12	-	7.3	-	-
13	-	-	-	7.1
15	-	2.4	-	-

- , Not detected

청형 분포에 차이를 보였다.

본 연구에서 다중이용시설 중 우리나라 문화와 밀접한 관계가 있는 목욕탕에서 레지오넬라균이 많이 분리되었고, *L. pneumophila* 혈청형 7형부터 15형까지의 분포율이 높지는 않지만 2007년과 비교했을 때 혈청형의 분포가 다양화하고 있어 앞으로 *L. pneumophila* 7형 ~ 15형의 환경에서 분리율이 증가할 것으로 예상된다. 현재 우리나라에서 임상검체에서 레지오넬라증 확인진단은 *L. pneumophila* 혈청형 1형 ~ 6형에 한정되어 있고, 병원에서 주로 진단에 사용하고 있는 뇨 항원에 대한 레지오넬라증 진단은 *L. pneumophila* 1형만 확인이 가능하다. 환경에서 분리되는 *L. pneumophila*가 반드시 높은 병원성을 갖고 있는 것이 아니라는 연구결과<sup>21)</sup>를 보면 분포율이 높지는 않지만 7형 ~ 15형의 균주가 인체에 높은 감염력을 가질 수도 있다. 또한 질병관리본부에서 임상 검체에서 *L. pneumophila* 7형 ~ 15형의 혈청형에 대한 항체 보유율을 조사한 결과, *L. pneumophila* 7형 ~ 15형에 대한 우리나라 국민의 항체 보유율이 무시할 수준이 아니라고 보고하고<sup>7)</sup> 있어 현재 의심 환자 검체에서 *L. pneumophila* 1형 ~ 6형까지의 혈청형에 대해서만 이루어지고 있는 레지오넬라증 진단법이 *L. pneumophila* 혈청형 7형 ~ 15형까지 확대되어야 할 것으로 생각된다.

부산지역 환경수계에서 분리되는 *L. pneumophila* 혈청형이 시설별, 검체 유형별로 분포율에 차이를 보였으며, 연도별로도 혈청형 분포율에 변화를 보여 다중이용시설 등 환경 수계에 대한 지속적인 레지오넬라균 오염도 조사를 통한 혈청형 분포 현황과 연도별 변화 양상에 대한 데이터 축적은 레지오넬라증의 환자 발생 시 감염경로 추적 등 역학 조사에 중요한 자료가 될 것으로 사료된다. 또한 환경 분리주에 대한 병원성 인자의 연구도 요구된다.

## 요 약

2013년부터 2014년까지 분리된 *L. pneumophila* 129주와 2007년에 분리된 *L. pneumophila* 43주를 대상으로 혈청형 1형부터 15형까지의 분포를 조사하였다. 2013년부터 2014년까지 분리된 *L. pneumophila*는 1형이 29.8 %, 5형 15.5 %, 2형 12.4 %, 7형 11.6 %, 3형과 4형이 각각 9.4 %, 6형 4.7 %, 8형 3.1 %, 12형 2.3 %, 13형 1.6 %, 15형 0.8 % 순이었으며 4가지 혈청형(9, 10, 11, 14형)은 분리되지 않았다. 2007년 분리균주의 혈청형 분포 현황은 1형이 48.8 %, 6형이 20.9 %, 3

형이 16.3 %, 5형이 11.6 %, 2형이 2.3 %였고, 혈청형 4형과 7형부터 15형까지는 분리되지 않았다.

검체의 종류를 알 수 있는 2013년부터 2014년까지 분리된 129주를 대상으로 시설별, 검체 유형별 분리 현황을 조사한 결과, 시설별로는 목욕탕에서 26.4 %로 가장 높은 분포율을 보였고, 그 다음이 대형건물(24.0 %), 선박(18.6 %), 병원(15.5 %), 공장(7.8 %), 기타(7.7 %) 순으로 나타났다. 검체유형별 분포도를 보면 냉각탑수(40.3 %)가 가장 높고 온수(31.8 %), 기타(21.7 %), 냉수(6.2 %) 순으로 나타났다. 시설별, 검체 유형별로 혈청형의 분포율 차이가 있었다.

## 참고문헌

1. Kim, J. S., Lee, S. W., Shim, H. S., Oh, D. K., Cho, M. K., Oh, H. B., Woo, J. H., and Chong, Y. S., "An outbreak of legionellosis in ICU of K hospital in Korea", *Kor. J. Epidemiol.*, 7, pp.44~58(1985).
2. 오명돈, "국내에서 새로이 출현한 감염병", *Infect. Chemother.*, 43(6), pp.453~457(2011).
3. 감염병 웹통계시스템, <http://stat.cdc.go.kr>(2014)
4. Kim S. H., Kim M. J., Kee H. Y., Kim T. S., Seo J. J., Kim E. S., Park J. T., and Chung J. K., "Surveillance of Legionella contamination on water supply systems of public utilizing facilities in Gwangju, Korea", *J. Bacte. Virol.*, 40, pp.1~10(2010).
5. Division of Bacterial Respiratory Infections, "Diversity of *Legionella* isolated from public utilizing facilities, 2008", *Public Health Weekly Report, KCDC.*, 2(27), pp.433~437(2009).
6. Harrison T. G., Afshar, B., Doshi, N., Fry, N. K., and Lee, J. V., "Distribution of *Legionella pneumophila* serogroups, monoclonal antibody subgroups and DNA sequence types in recent clinical and environmental isolates from England and Wales(2000-2008)", *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 28, pp.781~791(2009).
7. Lee, J., Jung, S. Y., "Study for antibody distribution for *Legionella pneumophila* serogroup 7-15 from the patients with

- respiratory disease in Korea”, *Public Health Weekly Report, KCDC.*, 5(52), pp.989~992 (2012).
8. Borella, P., Bargellini, A., Marchesi, I., Rovesti, S., Stancanelli, G., Scaltriti, S., and Giacomuzzi, M., “Prevalence of anti-legionella antibodies among Italian hospital workers”, *J. Hosp. Infect.*, 69(2), pp.148~155(2008).
  9. Ditommaso S., Giacomuzzi, M., Gentile, M., and Zotti, C. M., “Antibody detection and cross-reactivity among species and serogroups of Legionella by indirect immunofluorescence test”, *J. Microbiol. Methods.*, 75(2), pp.350~353(2008).
  10. Park, E. H., and Cha, I. H., “Isolation and distribution of *Legionella pneumophila* from cooling tower-waters in Busan in 1998”, *J. Life. Sci.*, 8, pp.79~82(1998).
  11. Kim, J. A., Jung, J. H., Kim, S. J., Jin, Y. H., Oh, Y. H., and Han, G. Y., “Molecular epidemiological relationship of the pathogenicity of *Legionella* spp. Isolated from water systems in Seoul”, *Microbiol. Soci. Korea.*, 45(2), pp.126~132(2009).
  12. Lee, H. K., Shim, J. I., Kim, H. E., Yu, J. Y., and Kang, Y. H., “Distribution of *Legionella* species from environmental water sources of public facilities and genetic diversity of *L. pneumophila* serogroup 1 in South Korea”, *Appl. Environ. Microbiol.*, 76(19), pp.6547~6554(2010).
  13. Al-Matawah, Q. A., Al-Zenki, S. F., Qasem, J. A., Al-Waalan T. E., and Ben Heji, A. H., “Detection and quantification of *L. pneumophila* from water systems in Kuwait residential facilities”, *J. Pathogens*, p.5(2012).
  14. Chaabna, Z., Forey, F., Reyrolle, M., Jarraud, S., Atlan, D., Fontvieille, D., and Gilbert, C., “Molecular diversity and high virulence of *Legionella pneumophila* strains isolated from biofilms developed within a warm spring of a thermal spa”, *BMC Microbiology*, 13(1), p.17(2013).
  15. Okada, M., Kawano, K., Kura, F., Amemura-Maekawa, J., Watanabe, H., Yagita, K., Endo, T. and Suzuki, S. “The largest outbreak of legionellosis in Japan associated with spa baths: epidemic curve and environmental investigation”, *Kansenshogaku Zasshi*, 79(6), pp.365~374(2005).
  16. Hutchinson, E. J., Joseph, C. A., and Bartlett, C. L. R., “EWGLI: a European surveillance scheme for travel associated legionnaires disease”, *Euro Surveill* 1(5), pp.37~39(1996).
  17. Anaissie, E. J., Penzak, S. R. and Dignani, M. C., “The hospital water supply as a source of nosocomial infections: a plea for action”, *Arch. Intern. Med.*, 162(13), pp.1483~1492(2002).
  18. Goutziana, G., Mouchtouri, V. A., Karanika, M., Kavagias, A., Stathakis, N. E., Gourgoulialis, K., Jremastinou, J., and Hadjichristodoulou, C., “*Legionella* species colonization of water distribution systems, pools and air conditioning systems in cruise ships and ferries”, *BMC Public Health.*, 8(1), pp.390~396(2008).
  19. Joseph, C., Wijngaarden, J. V., Mshar, P., Oravetz, C., Fix, A. M., Genese, C. A., and Thigpen, M., “Cruise-ship-associated legionnaires disease, November 2003-May 2004”, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 54(45), pp.1153~1155(2005).
  20. Ricketts K. D., Joseph C. A., “Legionnaires’ disease in Europe 2003-2004”, *Euro Surveill.*, 10(12), pp.256~259(2005).
  21. Victor, L. Y., Plouffe, J. F., Pastoris, M. C., Stout, J. E., Schousboe, M., Widmer, A., Summersgill, J., File, T., Health, C. M., Paterson, D. L., and Chereshsy, A., “Distribution of *Legionella* species and serogroups isolated by culture in patients with sporadic community-acquired legionellosis: an international collaborative survey” *J. Infect. Dis.*, 186(1), pp.127~128(2002).