



Original Article

충남지역 다중이용시설의 환경수계에서 분리한 레지오넬라균의 특성 분석

천영희¹ , 이현아^{1,2} , 남해성¹ , 최지혜² , 이다연² , 고영은² , 박종진² , 이미영² , 박준혁^{2*}

¹충남대학교 의과대학 예방의학교실, ²충청남도보건환경연구원

Characterization of *Legionella* Isolated from the Water System at Public Facilities in Chungcheongnam-do Province

Younghee Cheon¹, Hyunah Lee^{1,2}, Hae-Sung Nam¹, Jihye Choi², Dayeon Lee², Young-Eun Ko², Jongjin Park², Miyoung Lee², and Junhyuk Park^{2*}

¹Department of Preventive Medicine and Public Health, Chungnam National University, ²Chungcheongnam-do Institute of Health and Environment Research

ABSTRACT

Background: The *Legionella* case detection and notification rate have increased in public artificial water environments where people visit, including large buildings, public baths, and hospitals.

Objectives: In this study, the distribution of *Legionella* and its epidemiologic characteristics were analyzed in the water systems of public facilities in Chungcheongnam-do Province in South Korea.

Methods: Culture and PCR analysis were performed on 2,991 environmental water system samples collected from 2017 to 2019, and associations with year, facilities, seasons, and temperature of water system were statistically analyzed by using R-Studio for Windows. Descriptive data was compared using chi-square tests and independent t-tests.

Results: The detection rate of *Legionella* increased from 3.1% in 2017 to 10.3% in 2019, appearing most frequently in the order of public baths, large-scale buildings, hospitals, and apartments. It was detected mainly in summer from June to August, over 1.0×10^3 CFU/L on average in 133 cases (66.5%). Lots of germs were detected in bathtub water, cooling tower water, and warm water ($p < 0.001$), and it was detected at higher rates in the cities where multipurpose facilities were concentrated than in rural areas ($p = 0.018$).

Conclusions: This study suggests that continuous monitoring and control are required for *Legionella* in the water system environment of high risk facilities. Moreover, these results will be helpful to prepare efficient management plans to prevent the Legionellosis that occurs in Chungcheongnam-do Province.

Key words: *Legionella*, Legionellosis, public facilities

Received August 13, 2021

Revised September 14, 2021

Accepted September 23, 2021

Highlights:

- Detection rate of *Legionella* in artificial water environments is increasing every year in Chungnam, Korea.
- *Legionella* is mainly detected in the summer season, in Chungnam, Korea.
- Control of *Legionella* is need for public baths and cooling tower in large buildings.

*Corresponding author:

Chungcheongnam-do Institute of Health and Environment Research, 8, Hongyegongwon-ro, Hongbuk-eup, Hongseong 32254, Republic of Korea

Tel: +82-41-635-6911

Fax: +82-41-635-7942

E-mail: junhyuk@korea.kr

I. 서 론

레지오넬라증은 2000년 법정감염병으로 지정되었고, 현재 제3급 감염병으로 그 발생을 계속 감시할 필요가 있어 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고해야 한다.¹⁾ 국내의 발생 현황은 2005년 10명 이내로 발생하다가 2006년에는 30명 내외로 신

고되었고, 2017년 198건, 2018년 305건, 2019년 501건으로 큰 폭으로 증가하였다. 충남지역의 경우 2016년 4건, 2017년 7건, 2018년 9건, 2019년 13건으로 2016년 이후 증가 추세를 보이며 전국의 양상과 유사하였다.

1985년 서울의 종합병원에서 발생한 레지오넬라균의 집단 감염사례 발생 후 산발적인 발병이 지속적으로 보고되고 있



다.^{2,3)} 최근 워터파크, 찜질방, 온천 등 인공 수계시설을 이용하는 인구가 늘어남에 따라 레지오넬라균의 감염 기회가 증가되고 있다. 분수대 등 물놀이형 수경시설이 2010년 447개소에서 2019년 1,476개소로 증가하여, 레지오넬라균 감염을 증가시키는 요인으로 작용하고 있다.^{4,5)}

레지오넬라균은 하천, 호수, 토양, 지하수 등 다양한 자연환경에서 발견되는데, 목욕탕, 냉방시설, 분수 등 인공 수계시설 내에서 생존하기도 한다. 이런 시설들은 레지오넬라균이 증식할 수 있는 온도, 공생 미생물, 영양퇴적물 등의 최적 환경 조건을 제공하기 때문이다.⁶⁻⁸⁾

사람에서 레지오넬라균의 감염은 폰티악 열과 레지오넬라 폐렴을 일으킨다. 폰티악 열은 레지오넬라균 감염의 95%를 차지하며, 폐렴 증상 없이 감기와 유사한 증상을 나타내며 자연적으로 치유된다.⁹⁾ 이와 달리 레지오넬라 폐렴의 경우 5% 미만의 낮은 발병률을 나타내지만 폐렴 증상의 합병증을 유발할 수 있으므로 주의를 기울여야 한다. 그러나 레지오넬라균의 감염 대부분은 불현성으로 증상이 다른 감염성 폐렴과 비슷하여 보고되지 않는 경우가 많다.^{10,11)} 하절기 냉방장치 사용으로 실내외 온도 차이가 발생했을 때 가벼운 감기 증상을 보이는데, 이는 냉각수에 존재하는 레지오넬라균 감염에 의한 것으로 보고된 바 있다.¹²⁾ 또한 급수시설에서의 레지오넬라균과 환자에서 분리된 레지오넬라균의 유래가 동일한 것을 밝혀 평소 주변 환경의 레지오넬라균에 대한 관리의 필요성이 증명되었다.¹³⁾ 따라서 레지오넬라증 발생을 감소시키기 위해서는 레지오넬라증 지역 오염원을 추적하고 예방하는 활동이 중요하다.¹⁴⁾ 또한 이러한 환경에서 레지오넬라균의 분포와 그 특성에 대한 분석은 지속적으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 2017년부터 2019년까지 충남지역 다중이용시설의 환경수계에서 분리한 레지오넬라균의 자료를 다양한 통계에 의한 분포 및 역학적 특성을 분석하였다. 이는 충남지역에서 레지오넬라균의 확산을 방지하고, 감염을 예방하는데 중요한 역학 자료로써 이용될 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 검체 채취

2017년부터 2019년까지 3년 동안 충청남도 보건환경연구원

에 의뢰된 충남지역의 대형건물, 대중목욕탕, 병원, 공동주택, 분수 등 다중이용시설의 냉각탑수, 목욕탕수, 수도물, 분수 등을 대상으로 총 2,991건에 대하여 레지오넬라균에 대한 검사를 실시하였다. 검체는 수도꼭지, 샤워기 꼭지를 소독하고 1분간 물을 흘려보낸 후 무균 채수병에 1 L 이상 채수하였다. 냉각수는 냉각탑이 가동 중 냉각탑 안의 물을 1 L 이상 채수하였다. 수도꼭지나 샤워기 샘플은 멸균된 면봉으로 도말하여 검체를 채취하고, 수송 배지에 넣어 보관 및 수송하였다. 채취된 시료는 냉장 상태로 수송되어 24시간 이내에 분석되었다.

2. 레지오넬라균 분리

시료는 0.45 μm 멤브레인 필터(Whatman, Japan)에 여과하고, 농축된 여과지를 멸균 증류수 20 mL에 부유한 후 50°C에서 30분간 방치하였다. 원액과 부유액 10배 희석한 희석액을 0.1 mL씩 각각 glycine-vancomycin-polymyxin B-colistin (GVPC, Biomerieux, France)를 첨가한 buffered charcoal yeast extract- α -ketoglutarate (BCYE- α , Southern Group Laboratory, USA) 선택배지에 3단 도말하여 이산화탄소 배양기(NuAir, USA)에서 37°C, 10일간 배양하였다. 1차 배양 3일 이후에 발생한 집락 중 회백색 및 투명감이 보이는 레지오넬라균에 특이적 집락을 선별하여 BCYE- α , L-cysteine 결핍 BCYE- α , Blood Agar Plate (Synergy Innovation, Korea)에 옮겨 배양하고 BCYE- α 를 제외한 나머지 선택배지에서 자라지 않는 균을 레지오넬라균으로 판단하였다.¹⁵⁾

3. 레지오넬라균 유전자 확인

분리된 균주를 멸균증류수 0.5 mL에 풀고, 100°C에서 10분간 끓이고, 4°C에서 8,000 RPM으로 3분간 원심 분리하여 상층액을 주형 DNA로 사용하였다. 레지오넬라균 특징적인 16S rRNA 프라이머와 *Legionella* (*L*) *pneumophila* 균종에 특이적인 *mip* 유전자의 프라이머를 사용하였다. 추출한 DNA는 AccuPower PCR PreMix (Bioneer, Korea)를 사용하여 분석하였다(Table 1). PCR 조건은 95°C 5분 초기 변성 후, 95°C 1분, 60°C 1분, 72°C 1분간, 30회 반복하고, 최종 72°C 5분간 반응하였다. PCR 증폭 산물은 QIAxcel (Qiagen, Germany)을 이용하여 전기영동하여 증폭 유무를 확인하였다.

Table 1. Primer sets for PCR of *Legionella* diagnosis used in this study

| Primer | Sequences (5'→3') | Product size | Gene | Species |
|--------|--|--------------|------------|-----------------------|
| 16S | F: AGGGTTGATAGGTTAAGAGC R: CAAACAGCTAGTTGACATCG | 386 bp | 16s rRNA | <i>L. spp.</i> |
| mip | F: GGTGACTGCGGCTGTTATGG R: GGCCAATAGGTCCGCCAACG | 630 bp | <i>mip</i> | <i>L. pneumophila</i> |

4. 통계 분석

충남지역 레지오넬라균 검출에 따른 월별, 지역별, 시설별 등 환경 조건에 따른 통계 분석은 R Studio for Windows (R Studio, USA)를 사용하여 분석하였고, 카이제곱 검정 및 독립 표본 t-검정을 적용하여 p값이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 판단하였다.

III. 결 과

1. 레지오넬라균의 연도별 검출분포

2017년부터 2019년까지 충남지역의 다중이용시설인 대중목욕탕 등의 환경 수계 검체 2,991건을 대상으로 레지오넬라균을 검사한 결과 200건이 분리되어 약 6.7%의 검출률을 보였다.

레지오넬라균의 연도별 시설별 분포는 2017년 1,051건 중 33건(3.1%), 2018년 1,084건 중 79건(7.3%), 2019년 856건 중 88건(10.3%) 이었고, 매년 검출률은 증가하고 있었다. 건물 종류에 따른 검출률을 확인한 결과 대중목욕탕에서 13.3%로 가장 높았고, 대형건물 6.0%, 병원 1.7%, 공동주택 1.5%를 나

타냈으며, 분수대에서는 검출되지 않았다. 연도별에 따른 검출률은 대형건물($p=0.008$), 대중목욕탕($p<0.001$)은 통계학적으로 유의한 차이는 보였으나, 이외의 다중이용시설은 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 2).

2. 레지오넬라균의 월별 검출분포

조사된 3년 동안 월별 레지오넬라균의 검출 분포를 분석한 결과, 연도별 경향성이 유사하여 8월에 가장 높은 검출 수준을 보였으며 전체적으로 6월~9월 사이에 높은 검출 건수를 보였다(Fig. 1).

3. 레지오넬라균의 기준별 검출현황

레지오넬라균 관리지침에 따르면 냉각탑수와 급수시설의 냉온수의 관리 대책은 균수 기준에 따라 다르다. 이에 균수 기준에 따른 검출 수를 분석한 결과는 다음과 같다. 연도별 균수 기준별 레지오넬라균 검출 수를 분석한 결과, 전체적으로 소독이나 청소 등의 대책 마련이 필요한 1.0×10^3 CFU/L 이상인 균이 전체 건수의 66.5%를 차지하였다. 균수의 변화에 주의하고 관리방안을 점검해야 하는 1.0×10^3 CFU/L 미만은 33.5%로

Table 2. Number of positive samples for *Legionella* isolated water system from public facilities in Chungnam

| Years | No. of isolates /no. of samples (%) | | | | | Total (%) |
|-----------|-------------------------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Building | Public bath | Hospital | Apartment | Fountain | |
| 2017 | 18/519 (3.5) | 9/238 (3.8) | 6/281 (2.1) | 0/7 (0.0) | 0/6 (0.0) | 33/1,051 (3.1) |
| 2018 | 36/492 (7.3) | 38/310 (12.3) | 5/239 (2.1) | 0/30 (0.0) | 0/13 (0.0) | 79/1,084 (7.3) |
| 2019 | 29/367 (7.9) | 56/227 (24.7) | 2/228 (0.9) | 1/128 (3.6) | 0/6 (0.0) | 88/856 (10.3) |
| p-value* | 0.008 | <0.001 | 0.491 | NA ^a | NA ^a | <0.001 |
| Total (%) | 83/1378 (6.0) | 103/775 (13.3) | 13/748 (1.7) | 1/65 (1.5) | 0/25 (0.0) | 200/2,991 (6.7) |

*By χ^2 -test.

^aNA: not available.

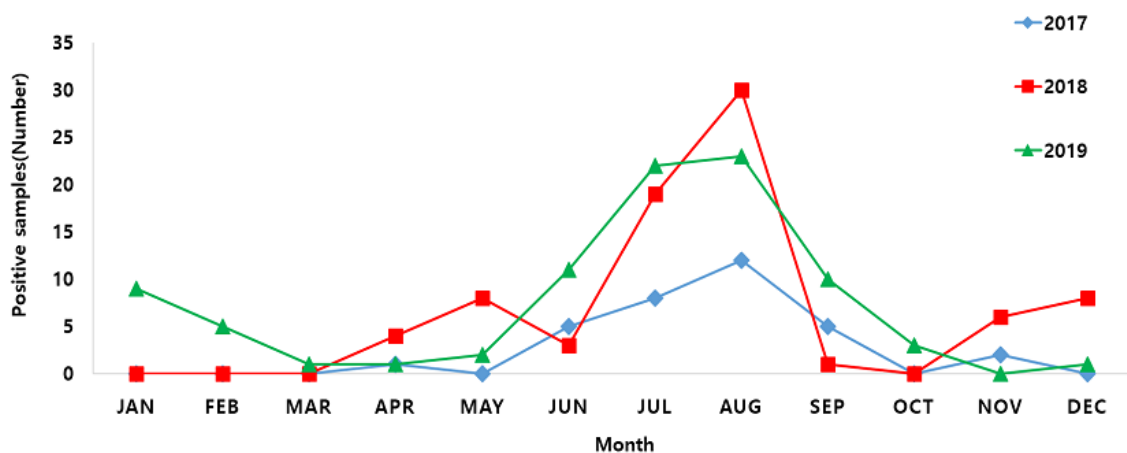


Fig. 1. Number of *Legionella* isolates, Chungnam (2017~2019)

나타났으나 연도별 검출기준에 따른 균수에 대하여 카이제곱 검정을 실시한 결과, 유의한 차이(p=0.391)를 보이지 않았다 (Table 3).

계절별 균수 기준별 검출분포는 여름(6~8월)에 133건 (66.5%)으로 가장 많이 검출되었으며, 가을(9~11월) 27건

(13.5%), 겨울(12~2월) 23건(11.5%), 봄(3~5월) 17건(8.5%) 순으로 나타나 하절기에 집중되는 것이 확인되었다(Table 4). 계절별 검출기준에 따른 균 수와의 관련성을 보기 위해 카이제곱 검정을 실시한 결과 유의한 차이(p=0.035)를 확인하였다.

Table 3. Case counts and positive rates of *Legionella* by year with level of colonization, Chungnam

| Years | No. of samples with level (CFU/L) of colonization (%) | | p-value ¹⁾ |
|-------|---|----------------------|-----------------------|
| | <1.0×10 ³ | ≥1.0×10 ³ | |
| | 2017 | 10 (30.3) | |
| 2018 | 23 (29.1) | 56 (70.9) | |
| 2019 | 34 (38.6) | 54 (61.4) | |
| Total | 67 (33.5) | 133 (66.5) | |

¹⁾p-value by χ^2 -test.

Table 4. Case counts and positive rates of *Legionella* species by season with level of colonization, Chungnam

| Month | No. of samples with level (CFU/L) of colonization (%) | | | p-value ¹⁾ |
|---------|---|----------------------|------------|-----------------------|
| | <1.0×10 ³ | ≥1.0×10 ³ | Total | |
| | Mar~May | 8 (11.9) | 9 (6.8) | |
| Jun~Aug | 49 (73.1) | 84 (63.2) | 133 (66.5) | |
| Sep~Nov | 8 (11.9) | 19 (14.3) | 27 (13.5) | |
| Dec~Feb | 2 (3.0) | 21 (15.8) | 23 (11.5) | |
| Total | 67 (100) | 133 (100) | 200 (100) | |

¹⁾p-value by χ^2 -test, *p<0.05.

Table 5. Distribution of *Legionella* isolated by facilities and water sources, Chungnam

| Facilities | Water source | Total (%) | |
|-----------------|--------------------|---------------|---------|
| Building | Cooling tower | 83 (41.5) | |
| | Public bath | 81 (40.5) | |
| Public bath | Shower (hot) | 11 (5.5) | |
| | Faucet (hot) | 3 (1.5) | |
| | Public bath (cold) | 6 (3.0) | |
| | Shower (cold) | 1 (0.5) | |
| | Faucet (cold) | 1 (0.5) | |
| | Apartment | Cooling tower | 1 (0.5) |
| | Hospital | Cooling tower | 3 (1.5) |
| Shower (hot) | | 6 (3.0) | |
| Tap water (hot) | | 4 (2.0) | |
| Total | | 200 (100) | |

4. 시설 및 환경수계별 검출분포

다중이용시설을 대형건물, 대중목욕탕, 공동주택, 병원으로 분류하여 분석하였을 때, 레지오넬라균이 가장 많이 분리된 시설은 대중목욕탕 103건으로 가장 많았고, 이어서 대형건물이 83건을 차지하였다. 대중목욕탕에서는 온수에서 95건 (92.2%), 냉수에서 8건(7.8%)으로 온수 수계에서 더 높은 검출률을 보였다. 욕탕수(온수) 81건, 샤워기(온수) 11건, 수도꼭지(온수) 3건, 욕탕수(냉수) 6건으로 검출되었다. 대형건물에서는 모두 냉각탑에서 검출하였으며 병원 건물에서는 냉각탑 3건, 샤워기(온수) 6건, 수도꼭지(온수) 4건이 검출되었다(Table 5).

환경 수계별 레지오넬라균의 검출은 냉각탑수 1,394건, 욕조수 434건, 수도물 429건, 샤워기 613건, 수도꼭지 89건, 분수 32건의 총 2,991개의 수계환경검체 중에 레지오넬라균 검출률은 욕조수가 87건(20.0%)으로 냉각탑수 87건(6.2%)보다 높았으며, 수도꼭지 4건(4.5%)은 샤워기 18건(2.9%)보다 높은 검출률을 나타냈다. 수도물은 4건(0.9%)으로 나타났다(Table 6). 온수에서 검출된 균 수는 평균적으로 약 1.59×10³ CFU/L로 냉수는 평균 3.46×10² CFU/L 보다 약 5배 많은 균이 검출

Table 6. Distribution of *Legionella* isolated by water sources, Chungnam

| Water source | No. samples (%) | | | p-value ¹⁾ |
|----------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|
| | Positive | Negative | Total | |
| Cooling towers | 87 (6.2) | 1,307 (93.8) | 1,394 (100) | <0.001*** |
| Baths | 87 (20.0) | 347 (80.0) | 434 (100) | |
| Tap water | 4 (0.9) | 425 (99.1) | 429 (100) | |
| Showers | 18 (2.9) | 595 (97.1) | 613 (100) | |
| Faucets | 4 (4.5) | 85 (95.5) | 89 (100) | |
| Fountains | 0 (0.0) | 32 (100.0) | 32 (100) | |
| Total | 200 (6.7) | 2,791 (93.3) | 2,991 (100) | |

¹⁾p-value by χ^2 -test, ***p<0.001.

Table 7. Number of colonized *Legionella* species with water temperatures, Chungnam

| Water temperature | Number of samples | | | p-value ¹⁾ |
|-------------------|-------------------|----------|----------|-----------------------|
| | Number | Mean | SD | |
| Hot | 784 | 1,599.67 | 9,825.63 | <0.001*** |
| Cold | 2,207 | 346.58 | 3,915.29 | |

¹⁾p-value by independent t-test, ***p<0.001.

되었다(Table 7).

5. 레지오넬라균 지역별 검출분포

레지오넬라균의 지역별 양성률은 홍성군 13.1%, 계룡시 11.4%, 아산시 10.1% 순으로 높게 나타났다(Fig. 2). 시 단위의 8개 지역과 군 단위의 7개 지역을 나누어 비교한 결과, 시 단위에서는 2,194건의 검체 중 161건이 분리되어 7.3%의 검출률을 보였으며, 군 단위에서는 758건의 검체 중 39건이 분리되어 4.9%의 검출률을 보여 시와 군의 레지오넬라균의 검출 양상은 유의한 차이를 보였다($p=0.018$) (Table 8).

IV. 고 찰

레지오넬라균은 물이 있는 곳에서 쉽게 번식하며, 인공 수계 시설의 에어로졸 상태로 호흡기로 흡입되었을 때 질병을 유발할 수 있다. 대형건물의 냉각수와 공중목욕탕 등에서는 에어로졸 형태로 비산되는 반경이 크기 때문에 감염을 쉽게 일으킬 수 있다.^{16,17)} 레지오넬라증 발생을 예방하고, 신속하게 대처하기 위해서는 환경에서의 레지오넬라균에 대한 발생 분포 등 생태학적 특성에 대한 체계적인 분석이 필요하다. 따라서 본 연구는 2017년부터 2019년까지 충남지역의 다중이용시설에서 채취되어 충청남도 보건환경연구원에 의뢰된 환경 검체 2,991건을 대상으로 레지오넬라균을 검출하고 이에 대한 특성을 분석하였다.

연도별 레지오넬라균의 검출률은 2017년 3.1%, 2018년

7.3%, 2019년 10.3% 매년 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 질병관리청의 감염병포털의 레지오넬라증 신고 건수 자료와도 유사한 양상이었다.¹⁸⁾ 월별 검출률은 주로 6월부터 증가하기 시작하여 9월까지 높게 나타났으며, 8월에 32.5%로 가장 높았다. 최근 3년간 레지오넬라균은 주로 하절기에 검출되는 것으로 생각되며, 질병관리청 감염병 포털의 충남지역 레지오넬라증 신고 건수가 8월과 9월에 가장 많이 이루어지는 것과 일치하는 것을 확인할 수 있었다.¹⁸⁾ 이것으로 레지오넬라균은 여름철에 유행한다고 판단되며, 이것은 과거 보고 자료와도 유사하였다.^{16,17,19)}

2019년에 발간된 질병관리청 레지오넬라증 관리지침¹⁵⁾에 따르면 환경수계에 검출된 레지오넬라균 수에 따라 냉각탑수는 1.0×10^3 CFU/L미만 검출 시 적절한 관리 여부를 확인한다. $1.0 \times 10^3 \sim 10^4$ CFU/L일 경우 재검사하여 균 수를 재확인하며, 균 수가 같은 범위이거나 상승할 경우 청소 및 소독 등의 대책을 마련 후 재검사를 실시해야 하며, 1.0×10^4 CFU/L 초과한 경우 청소 소독 조치 후 재검사를 하며 관리방법 점검 및 개선을 해야 한다. 또한, 급수시설 및 냉·온수에서는 $1.0 \times 10^2 \sim 10^3$ CFU/L에서는 균 수에 따라 조치 수준을 결정하며, 1.0×10^3 CFU/L 초과 시 청소 및 소독 조치를 실시하고 재검사를 시행해야 한다. 본 연구에서 레지오넬라균이 검출된 전체 시료 200건 중 1.0×10^3 CFU/L 이상이 133건으로 전체 양성의 66.5%가 재검사와 청소 및 소독 등의 관리방안 마련이 필요할 것으로 판단되었고 주로 하절기에 1.0×10^3 CFU/L 이상 84건(63.2%)으로 높게 나타났다. 환경 수계별 검출분포에서 목욕탕 욕조수에서 87건 20.0%로 많은 부분을 차지하였고, 이어서 냉각탑수 87건(6.2%), 수도꼭지 4건(4.5%), 샤워기 18건(2.9%), 수도물 4건(0.9%) 순으로 나타났다. Lee 등¹⁷⁾의 연구 결과에 의하면 수계시설에 대한 레지오넬라균의 분포 현황은 대형건물과 목욕탕에서 높은 검출률을 보여 본 연구와 일치하였다. 냉각탑수의 높은 검출률은 하절기에 온도 상승에 따른 미생물 증식 환경 조성 과 개방 구조에 따른 외부로부터의 유입

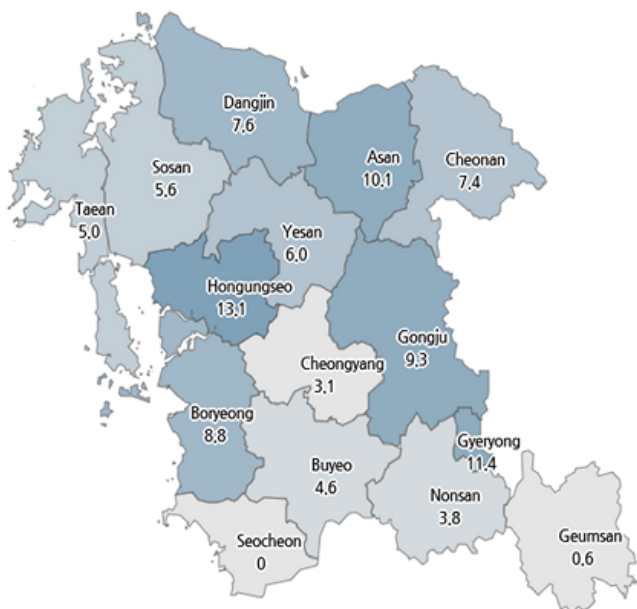


Fig. 2. Detection rate of *Legionella* isolated from water system of public facilities by region, Chungnam (2017~2019) (%)

Table 8. Positive sample number for *Legionella* by cities and counties, Chungnam

| Cities and counties | Number of samples (%) | | | p-value ¹⁾ |
|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------------|
| | Positive | Negative | Total | |
| Cities ^a | 161 (7.3) | 2,033 (92.7) | 2,194 (100.0) | 0.018* |
| Counties ^b | 39 (4.9) | 758 (95.1) | 797 (100.0) | |
| Total | 200 (6.7) | 2,791 (93.3) | 2,991 (100.0) | |

¹⁾p-value by χ^2 -test, * $p < 0.05$.

^aCheonan-si, Gongju-si, Boryeong-si, Asan-si, Sosan-si, Nonsan-si, Gyeryong-si, Dangjin-si.

^bGeumsan-gun, Buyeo-gun, Seocheon-gun, Cheongyang-gun, Hongseong-gun, Yesan-gun, Taean-gun.

등이 원인이 될 수 있다.²⁰⁾ 또한 대중목욕탕의 욕조수에서 높은 검출률을 보였는데, 이것은 욕조수의 특성상 온도와 습도가 레지오넬라균의 서식에 적절하게 유지되며 증식에 필요한 여러 가지 영양물질이 존재할 수 있기 때문이다.²¹⁾ 샤워기나 수도꼭지에서 비교적 높은 검출률을 보이는 것은 이들에 대한 세척이나 소독이 어렵기 때문인 것으로 생각된다. 냉각탑은 건물 옥상이나 외부에 설치되어 있어 여름철 온도상승과 먼지나 이물질이 포함된 공기가 들어와 균이 자랄 수 있는 적절한 서식처를 제공한다.²²⁾ 전체 검출 시료 200건 중 냉각탑수가 87건을 차지하여 43.5%의 가장 많은 부분을 차지하였다. 병원의 냉각탑수 및 샤워기 등에서도 레지오넬라균이 검출되었는데, 병원의 특성상 노년층이 많고 면역억제제 투여자나 질병으로 인한 면역저하자, 암환자 및 만성 폐질환 환자 등 감염에 취약한 고위험군이 많아 지속적인 감시와 소독이 필요하다. 본 연구 결과, 충남의 공공시설에 설치된 분수대에서는 검출 건수가 적어 이 연구 결과에서는 확인하지 못하였으나 어린이들이 이용하는 물놀이장 바닥분수가 증가하고 있어 주기적인 조사와 관리가 필요한 것으로 생각된다. 이상의 연구 결과는 시설별 수계환경에서 레지오넬라균의 검출 분포를 파악함으로써 다중이용시설에 대한 레지오넬라균의 관리를 위한 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 분리된 레지오넬라균에 대한 혈청학적 및 유전학적 유형 분석과 같은 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 여겨진다.

충남의 지역별 레지오넬라 검출 건수는 천안시(26.4%)가 가장 높고 서천군(0.0%)으로 가장 낮으며, 검출률은 홍성군(13.1%), 계룡시(11.4%), 아산시(10.1%) 순으로 나타났다. 천안시의 경우, 충남에서 상대적으로 대도시로서 냉각탑수를 사용하는 대형건물이 많고, 홍성군은 시설이 노후화된 건물에서 레지오넬라균 검출이 높게 나타나는 것으로 추정된다. 다중이용시설이 밀집되어 있는 시가 군보다 높은 검출률을 보인 것으로 생각된다.

최근 대중목욕탕, 워터파크, 병원, 분수 등의 다중이용시설이나 인공수계시설이 증가함에 따라 레지오넬라증에 대한 집단 감염의 기회가 증가하기 때문에 이에 대한 위험성을 인식하고, 관련 수계환경에 대한 지속적인 감시·관리가 필요하다. 더 나아가 레지오넬라증의 집단 발생 시 중요한 근거자료를 확보해야 할 것이다. 이를 통해 레지오넬라균의 감시뿐만 아니라 레지오넬라 질환 발생의 예방을 위한 효율적인 관리방안 마련에 도움이 될 것이 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 충남지역의 다중이용시설을 대상으로 레지오넬라균의 특성을 분석하였다. 2017년부터 2019년까지 채취한 환경 수계시료 2,991건에 대하여 배양검사와 PCR분석을 실시

하였으며 연도 및 시설, 계절, 수계온도와 연관성을 분석하였다. 레지오넬라 검출률은 2017년 3.1%에서 2019년 10.3%로 증가하는 추세이며 대중목욕탕, 대형건물, 병원, 공동주택 순으로 나타났다. 6월부터 9월까지 주로 여름철에 검출되었으며 33건(66.5%)이 평균 1.0×10^3 CFU/L 이상으로 검출되었다. 욕조수와 냉각탑수, 온수에서 많은 균이 검출되었으며($p < 0.001$) 다중이용시설이 밀집되어 있는 시가 군보다 높은 검출률을 보였다($p = 0.018$). 레지오넬라균의 검출이 높은 시설별 수계환경에 대한 지속적인 감시와 관리의 필요성을 확인하였다. 이번 연구의 분석 결과는 충남지역에서 발생하는 레지오넬라증을 예방하기 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2021년 충청도청 지식동아리 「4차 보건혁명」 회원들이 “도정 발전 및 정책 아이디어 발굴에 기여할 수 있는 과제”의 일환으로 수행되었습니다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Korean Law Information Center. Infectious Disease Control and Prevention Act. Available: [https://www.law.go.kr/LSW/eng/engLsSc.do?menuId=2§ion=lawNm&query=infectious+disease&x=34&y=24#liBgcolor5/\(20201013,17491,20200929\)/Article2](https://www.law.go.kr/LSW/eng/engLsSc.do?menuId=2§ion=lawNm&query=infectious+disease&x=34&y=24#liBgcolor5/(20201013,17491,20200929)/Article2) [accessed 10 November 2020].
2. Kim JS, Lee SW, Shim HS, Oh DK, Cho MK, Oh HB, et al. An outbreak of Legionellosis (Pontiac fever) in ICU of K hospital, Korea. *Korean J Epidemiol.* 1985; 7(1): 44-58.
3. Kim MJ, Cheong H, Sohn JW, Shim HS, Park DW, Park SC, et al. A prospective multicenter study of the etiological analysis in adults with community-acquired pneumonia: Legionella, Leptospira, Hantaan virus and Orientia tsutsugamushi. *Korean J Infect Dis.* 2001; 33(1): 24-31.
4. Lee IS, Zo YG. Quantitative microbial risk assessment on Legionella infection in children playing in interactive fountains. *Korean J Microbiol.* 2013; 49(4): 360-368.
5. Ministry of Environment. [Promoting Guidelines for Safe Recreational Water Environments/Facilities in South Korea]. Available: <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?menuId=286&boardMasterId=1&boardCategoryId=39&boardId=1381370> [accessed 10 November 2020]. Korean.
6. Ortiz-Roque CM, Hazen TC. Abundance and distribution of Legionellaceae in Puerto Rican waters. *Appl Environ Microbiol.* 1987; 53(9): 2231-2236.

7. Riffard S, Douglass S, Brooks T, Springthorpe S, Filion LG, Sattar SA. Occurrence of Legionella in groundwater: an ecological study. *Water Sci Technol*. 2001; 43(12): 99-102.
8. Brooks T, Osicki R, Springthorpe V, Sattar S, Filion L, Abrial D, et al. Detection and identification of Legionella species from groundwaters. *J Toxicol Environ Health A*. 2004; 67(20-22): 1845-1859.
9. Ko KS, Lee HK, Park MY, Park MS, Lee KH, Woo SY, et al. Population genetic structure of Legionella pneumophila inferred from RNA polymerase gene (rpoB) and DotA gene (dotA) sequences. *J Bacteriol*. 2002; 184(8): 2123-2130.
10. Glick TH, Gregg MB, Berman B, Mallison G, Rhodes WW Jr, Kassanoff I. Pontiac fever. An epidemic of unknown etiology in a health department: I. Clinical and epidemiologic aspects. *Am J Epidemiol*. 1978; 107(2): 149-160.
11. Friedman S, Spitalny K, Barbaree J, Faur Y, McKinney R. Pontiac fever outbreak associated with a cooling tower. *Am J Public Health*. 1987; 77(5): 568-572.
12. Go GP. Exposure and human risk assessment of bioaerosol. *Air Clean Technol*. 2007; 20(1): 50-56.
13. Lee HK, Kang YH, Yu JY. Genomic diversity of Legionella pneumophila serogroup 1 from environmental water sources and clinical specimens using pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) from 1985 to 2007, Korea. *J Microbiol*. 2010; 48(5): 547-553.
14. Chien ST, Hsueh JC, Lin HH, Shih HY, Lee TM, Ben RJ, et al. Epidemiological investigation of a case of nosocomial Legionnaires' disease in Taiwan: implications for routine environmental surveillance. *Clin Microbiol Infect*. 2010; 16(6): 761-763.
15. Korea Disease Control and Prevention Agency. Management Guidelines for Legionnaires' Diseases 2019. Available: <http://www.kdca.go.kr/npt/biz/npp/portal/nppSumryMain.do?icdCd=NC0006&icdgrpCd=03&icdSubgrpCd=>[accessed 10 September 2021].
16. Diederer BM. Legionella spp. and Legionnaires' disease. *J Infect*. 2008; 56(1): 1-12.
17. Lee HK, Park YB, Hwang SI, Kim YS, Park NJ, Park KH, et al. Distribution of Legionella species from water systems and genetic diversity of L. pneumophila serogroup 1 in Gyeonggi-do. *Korean J Microbiol*. 2017; 53(3): 156-162.
18. Korea Disease Control and Prevention Agency. Infectious Disease Portal. Available: <http://www.kdca.go.kr/npt/biz/npp/ist/bass/bassAreaStatsMain.do> [accessed 10 November 2020].
19. Kim DU, Sung SY, Kim HJ, Kim WS, Baek KA, Bang EO, et al. Identification and distribution of Legionella species from environmental water sources in Chungnam, Korea. *J CNIHE*. 2012; 22: 11-24.
20. Kim SH, Kim MJ, Kee HY, Kim TS, Seo JJ, Kim ES, et al. Surveillance of Legionella contamination on water supply systems of public utilizing facilities in Gwangju, Korea. *J Bacteriol Virol*. 2010; 40(1): 19-28.
21. Kim JN, Lee S, Zo YG. Validation of Korean water quality standards to hot springs for agreement with Legionella-incidence risk. *Microbiol Biotechnol Lett*. 2015; 43(3): 259-266.
22. Bang SJ, Lee CM, Kim YS, Sunwoo Y. Indoor and outdoor distribution of Legionella spp and microbes on cooling towers water of central air conditioning facilities. *Korean J Environ Health Soc*. 2002; 28(3): 39-48.

〈저자정보〉

천영희(대학원생), 이현아(연구사), 남해성(교수), 최지혜(연구사), 이다연(연구사), 고영은(연구사), 박종진(팀장), 이미영(부장), 박준혁(연구사)