

< Original Article >

서울지역 교육시설 및 공원 내 토양 중 분원성대장균군 오염실태

김혜라* · 김능희 · 박형숙 · 김두환 · 이주형

서울특별시보건환경연구원

Survey of fecal coliform contamination in sands of educational facilities and parks in Seoul

Hye-Ra Kim*, Neung-Hee Kim, Hyong-Suk Park, Doo-Hwan Kim, Ju-Hyung Lee

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Gwachen 427-070, Korea

(Received 17 July 2014; revised 2 December 2014; accepted 16 December 2014)

Abstract

Fecal coliform bacteria are indicators of fecal contamination and of the potential presence of pathogens associated with animal excreta, wastewater, sludge. This study examined the distribution of fecal coliform in sand of the playground at educational facilities and parks in Seoul. Fecal coliform were detected from 61 (22.1%) places out of 276 playgrounds. *Escherichia (E) coli* (75.4%) was found most frequently, followed by *Cronobacter (Cro) sakazakii* (8.7%), *Klebsiella (K) pneumoniae* (7.2%) and *Actinobacter baumannii* (4.3%). We also tested the bacteria for their susceptibility to 16 antibiotics using disk diffusion method. All the isolates were highly susceptible to cefepime, gentamicin, tetracycline, ciprofloxacin, enrofloxacin, nalidixic acid and sulfamethoxazole/ trimethoprim, but resistant to apramycin and cephalothin. *E. coli* and *Cro. sakazakii* were highly resistant to apramycin (100% and 83.3%), followed by cephalothin (51.9% and 50%) and ampicillin (19.2% and 16.7%). *K. pneumoniae* was highly resistant to ampicillin and apramycin (100%, respectively) but the remaining antibiotics were susceptible.

Key words : Fecal coliform, *Escherichia coli*, Antibiotics, Educational facilities, Parks

서 론

어린이들은 토양을 일종의 놀이도구로 생각하는 경향이 있다. 그로 인하여 토양을 직접 손으로 만지고, 그 손을 입에 접촉하는 경우가 많기 때문에 토양 내 오염 물질에 직접적으로 노출될 수 있다. 실제로 어린이들이 놀이터와 공원 등에서 의도적 또는 비의도적으로 섭취 또는 흡입하는 오염 물질의 양은 평균 40~200 mg으로 대부분 토양과의 접촉이 원인이 된다(환경부, 2003). 분원성대장균군이라 함은 온혈동물의 배설물에서 발견되는 그람음성, 무아포성 간균으로 44.5°C에서 유당을 분해하여 가스 또는 산을 발생

시키는 호기성 또는 통성 혐기성균을 말한다. 분원성 대장균군에는 *Escherichia (E) coli*와 *Klebsiella (K) pneumoniae* 등이 있다. 한편 분원성 대장균군은 내열성 대장균군이라고도 하며 사람의 분변에서는 *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter (Ent) agglomerans*, *Ent. cloacae*, *Citrobacter freundii* 등이 분리되고 있다(Hwang 등, 2005). 또한 분원성 대장균군은 오래전부터 토양에서 오염정도를 나타내거나 병원성 미생물의 존재에 대한 지표 미생물로서 널리 사용되어져 왔다(Lee 등, 2006a). 환경부에서도 2002년부터 먹는 물의 분변오염 유무를 확인하기 위해 중전에 검출하던 총대장균군 외에도 분원성대장균군 또는 대장균을 검출하도록 관계법규를 강화하였다(Park 등, 2006; 환경부, 2013). 대장균은 분변에 특이적으로 존재하지만

*Corresponding author: Hye-Ra Kim, Tel. +82-2-570-3441,
Fax. +82-2-570-3442, E-mail. dvmhera@seoul.go.kr

외부 환경에서도 발견되는데 이것은 사람과 다른 온혈 동물의 분변을 통하여 외부로 배출된 것이다. 일반적으로 이렇게 배출된 대장균은 외부환경에 생존은 하지만 증식되지는 않는다. 이런 이유로 대장균은 분변오염의 지표로 사용되며 식품과 물의 위생학적 측면에서 중요한 지표로 사용된다(Percival 등, 2004). 한편 대장균은 자체로도 질병을 일으키는 원인균이 될 수 있는데, 주로 사람과 동물의 장내 정상 세균총으로 존재하며 분변을 통해 외부로 배출돼 장관 외 다른 장기에 침입하여 여러 가지 질환을 야기할 수 있다(Jason 등, 2013; Luna 등, 2010). 또한 대장균은 가축 및 사람의 장내에 상재하는 정상 세균총으로 날마다 투여되는 항생제에 노출되어 있고(Lim 등, 2007), 오염된 모래로 인한 항생제 내성균의 인체 감염 시 항생제 내성으로 인하여 커다란 공중보건학적 문제로 대두할 수 있다(Kim 등, 2007a).

이번 조사에서는 교육시설 및 공원 내 토양 중에 존재하는 분원성대장균군의 오염 실태를 조사함과 동시에 분원성대장균군에 대해서는 균종별 분포 및 항생제 감수성 시험을 실시하여 토양오염 방지를 위한 기초자료로 활용하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

2013년 9월부터 12월까지 서울시내 교육시설(231곳) 및 공원 놀이터(45곳) 내 토양의 기생충검사를 위해 보건환경연구원에 의뢰된 토양 시료 276건(어린이공원 45건, 유치원 27건, 초등학교 122건, 중학교 46건, 고등학교 35건, 특수학교 1건)을 사용하였다.

분원성대장균군 검사

분원성 대장균군 검사는 먹는물수질공정시험법(환경부, 2013)에 따라 실시하였다. 채취한 모래 250 g을 멸균생리식염수 40 mL에 넣어 혼합 후 상층액을 분리하여 실험 재료로 사용하였다. 추정시험은 시험용액 1 mL, 0.1 mL 및 0.01 mL을 발효관을 넣은 10 mL Lactose broth (Difco, USA) 배지에 접종 후, 35±0.5°C에서 배양하여 발효관 내 가스발생이 있을 때는 추정시험 양성으로 판정하였으며, 24±2시간 내에 가스가 발생하지 아니하였을 때에는 48±3시간까지 계속하여

배양하였다. 추정시험 양성 시험관으로부터 EC-MUG 배지(Difco, USA)에 접종하여 44.5°C에서 24±2시간 배양하여 가스가 발생하면 확정시험 양성으로 판정하였다.

분원성대장균군 분리 동정

확정시험에서 양성으로 판정된 시료를 Eosin Methylene Blue agar (EMB, MERCK, Germany)에 접종하여 37°C에서 18~24시간 배양 후 EMB 상에서 금속성 또는 비금속성을 나타내는 집락에 대해서는 MacConkey agar (MERCK)에 도말 후 37°C, 18~24시간 배양한 후 자동화 미생물 검사장비(Vitek 2 compact, BioMérieux, France)를 이용하여 동정하였다.

항생제 감수성 검사

항생제 감수성 시험은 Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI, 2012)의 방법에 따라 디스크 확산법으로 실시하였다. 사용한 항생제 디스크(Oxoid, UK)는 ampicillin (AMP, 10 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC, 30 µg), cephalothin (KF, 30 µg), cefepime (FEP, 30 µg), ceftiofur (EFT, 30 µg), gentamicin (CN, 10 µg), apramycin (APR, 15 µg), neomycin (N, 30 µg), streptomycin (S, 300 µg), tetracycline (TE, 30 µg), ciprofloxacin (CIP, 5 µg), enrofloxacin (ENR, 5 µg), nalidixic acid (NA, 30 µg), sulfamethoxazole/trimethoprim (SXT, 25 µg), chloramphenicol (CM, 30 µg), florfenicol (FFC, 30 µg) 등 16종이었다. 분리된 균은 Mueller-Hinton (MH) broth (Difco, Becton Dickinson, USA)에 접종하여 37°C에서 18시간 배양하여 McFarland 탁도가 0.5로 되도록 희석한 다음, MH agar에 도말하였다. 이후 항생제 디스크를 dispenser로 접종한 후 37°C에서 16~18시간 배양한 후 발육억제대의 크기를 측정하였다. 판정 결과는 CLSI의 기준에 따라 감수성, 내성의 2단계로 구분하였으며, 중등도 이상의 내성을 보이는 균주들은 내성으로 판정 구분하였다.

통계분석

시료 채취 시설에 따른 분원성 대장균군의 검출률은 chi-square test로 순위검증을 실시하였고, fisher's exact test로 확인하였다.

결 과

서울지역 교육시설 및 공원 내 놀이터 모래에서 분원성대장균군의 검출률은 Table 1 및 2와 같다. 모래를 채취한 276곳 중 분원성 대장균군이 검출된 곳은 61곳(22.1%), 비검출된 곳은 215곳(77.9%)으로 나타났다. 이중 분원성대장균군은 중학교에서 32.6%로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 공원 31.1%, 초등학교 23.7%, 유치원 18.5%, 고등학교 17.1% 순으로 나타났다. 한편 어린이 공원은 45곳 중 14곳(31.1%)에서, 교육시설은 231곳 중 55곳(23.8%)에서 분원성 대장균군이 검출되었으며, 두 시설 간 검출률에 있어 유의적 차이는 없었고($P>0.05$), 교육시설 간의 검출률도 유의적 차이는 보이지 않았다($P>0.05$).

분원성대장균군이 검출된 61곳의 모래에서 분리된

Table 1. Prevalence of fecal coliform from 276 sand samples of the educational facilities and parks in Seoul

No. of bacterial species		No. of place (%)
No. of non-isolation		215 (77.9%)
No. of isolation	Single	53 (19.2%)
	Double	8 (2.9%)
Total		276 (100.0%)

Table 2. Prevalence of fecal coliform from 276 sand samples of the educational facilities and parks in Seoul

Classification		No. of samples	Isolation (%)
Public park*		45	14 (31.1)
Educational institution	Kindergarten [†]	27	5 (18.5)
	Elementary	122	29 (23.7)
	Middle	46	15 (32.6)
	High	35	6 (17.1)
	Special	1	0 (0.0)
	Subtotal	231	55 (23.8)
Total		276	69 (25.0)

*The row variables are not significant ($P=0.3468$, >0.05).

[†]The row variables are not significant ($P=0.6682$, >0.05).

Table 3. Prevalence of fecal coliform from 276 sand samples of the educational facilities and parks in Seoul

No. of bacterial species		No. of place (%)
No. of non-isolation		215 (77.9%)
No. of isolation	Single	53 (19.2%)
	Double	8 (2.9%)
Total		276 (100.0%)

Table 4. Antimicrobial susceptibility to microorganisms isolated from sand samples of the investigated sites

Microorganisms	No. of isolates	No. of susceptible isolates (%)															
		AMP	AMC	KF	FEP	EFT	CN	APR	N	S	TE	CIP	ENR	NA	SXT	CM	FFC
<i>Escherichia coli</i>	52	42 (80.8)	49 (94.2)	25 (48.1)	51 (98.1)	52 (100.0)	51 (98.1)	0 (0.0)	46 (88.5)	50 (96.2)	48 (92.3)	50 (96.2)	50 (96.2)	50 (96.2)	50 (96.2)	50 (96.2)	50 (96.2)
<i>Cronobacter sakazakii</i>	6	5 (83.3)	6 (100.0)	3 (50.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	1 (16.7)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	6 (100.0)	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5	0 (0.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	0 (0.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	5 (100.0)	
<i>Actinobacter baumannii</i>	3	0 (0.0)	2 (66.7)	0 (0.0)	3 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	3 (100.0)	
<i>Cedecea davisae</i>	2	2 (100.0)	2 (100.0)	0 (0.0)	2 (100.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	2 (100.0)	
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	
Total	69	49 (71.0)	64 (92.8)	33 (47.8)	68 (98.6)	65 (94.2)	1 (1.4)	60 (87.0)	64 (92.8)	65 (94.2)	65 (94.2)	67 (97.1)	67 (97.1)	67 (97.1)	67 (97.1)	64 (91.3)	

AMP, ampicillin; AMC, amoxycillin/clavulanic acid; KF, cephalothin; FEP, cefepime; EFT, ceftiofur; CN, gentamicin; APR, apramycin; N, neomycin; S, streptomycin; TE, tetracycline; CIP, ciprofloxacin; ENR, entrofloxacin; NA, nalixidic acid; SXT, sulfamethazole/trimethoprim; CM, chloramphenicol; FFC, florfenicol.

세균의 균종별 분리율은 Table 2과 같다. *E. coli*가 75.4% (52주)로 가장 많이 분리되었고, 다음 *Cronobacter (Cro) sakazakii*는 8.7% (6주), *K. pneumoniae*는 7.2% (5주), *Actinobacter (A) baumannii*는 4.3% (3주), *Cedecea (C) davisae* 2.9% (2주) 및 *Ent. cloacae* 1.4% (1주) 순으로 분리되었다.

분원성대장균군이 검출된 61곳 중 53곳(86.9%)은 한 종류의 세균만이 검출되었고, 8곳(13.1%)은 대장균과 함께 *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *C. davisae* 및 *Ent. cloacae* 등의 세균이 동시에 검출되었다.

총 69주의 분원성대장균군에 대한 항균제 감수성 검사 결과는 Table 4와 같다. 분리된 균주에 대해 가장 높은 내성을 보인 항생제는 APR로 98.6%의 내성률을 나타내었고, KF, AMP와 N에는 각각 52.2%, 29.0% 및 13.0%의 내성률을 나타내었다. 나머지 항생제에 대해 10% 이하의 낮은 내성률을 나타냈다.

분리 균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과 대장균은 APR에 100% 내성을 보였고, KF에서 51.9%의 내성을 보였으나, 공시된 나머지 약제에 대해서는 20.0% 이하의 낮은 내성률을 보였다. *Cro. sakazakii*는 APR과 KF에서 각각 50.0% 이상의 내성률을 보였으나, 나머지 약제에 대해서는 낮은 내성률을 보였다. *K. pneumoniae*는 AMP와 APR에 100% 내성률을 보였고, 나머지 약제에 대해서는 감수성을 나타내었다. *A. baumannii*는 AMP와 KF, EFT, APR, N, CM 및 FFC에 대해서는 100%의 내성률을 나타내었지만, FEP, CN, TE, CIP, ENR, NA 및 SXT에 대해서는 분리된 모든 균주가 감수성을 보였다.

고 찰

대장균군과 분원성대장균군은 오염지표로서 호수 및 하천수의 수질관리를 위한 주요한 감시 항목이다 (Park 등, 2009). 이번 조사에서 서울지역 교육시설 및 공원에서 분원성대장균군의 검출률은 0%에서 32.6%로 Jung 등(2009)이 조사한 광주지역 어린이 놀이터에서 분원성대장균군 검출률 47.6%보다는 낮고, 아파트 놀이터에서 27.5%보다는 높았다. Matsuo 등(2005)은 일본의 공원 내 놀이터 모래의 68%에서 분원성대장균군이 검출되었다고 보고함과 동시에, 놀이터의 크기, 모래 채취 장소 및 깊이에 따라 대장균군의 검출률에 차이가 있을 수 있다고 하였다. 또한 Whitman 등(2014)은 장소에 따른 세균의 물 이용성과

일조 시간 같은 자연적 요인도 분원성대장균군의 검출률에 영향을 미친다고 하였다.

이번 조사의 결과 분원성대장균군 양성 시료에서 분리된 세균의 중 균종별 검출률은 75.4%로 가장 많이 분리되었고, *Cro. sakazakii*와 *K. pneumoniae*가 각각 8.7%와 7.2%가 분리되었다. 이런 결과는 터키의 놀이터 모래에서 대장균 11.5%, *Enterobacter* spp. 6.5%, *Klebsiella* spp. 4.2%의 검출률(Sengür 등, 2005) 및 오스트리아의 놀이터 모래에서 대장균군 검출률 11.5% (Badura 등, 2014)보다 상당히 높았다.

이는 대장균 검출 시 모래 채취 부위의 깊이와 온도 등 주변 환경 요인에 따라 검출률이 다를 수 있기 때문이라고 생각된다(Johnson 등, 2001).

대장균은 사람과 동물의 정상 세균총으로, 일부 병원성 균주의 경우 사람에게 감염 시 비노기계 감염증, 신생아 수막염 그리고 패혈증을 일으키는 것으로 알려져 있다(Chandra 등, 2013; Smith 등, 2007). 이러한 위험성 때문에 어린이들이 모래의 섭취에 의한 이들 대장균 감염증을 예방하기 위해 학교나 놀이터 모래에 대한 검사를 강화할 필요가 있다. 한편 Kasia 등(2013)은 어린이들이 활동하는 교육시설 및 놀이터 토양에 뜨거운 물을 뿌리거나 자외선 소독장치를 통해 토양 표면의 대장균 수를 현저히 줄일 수 있다고 하였다. 따라서 이를 활용한 모래의 적절한 관리가 요구된다.

8.7%의 검출률을 보인 *Cro. sakazakii*는 주로 6개월 미만의 영·유아 중 특히 면역결핍 영아, 28일령 미만의 영아, 2.5 kg 미만의 저체중 영아에서 검출되고 있다(Bowen 등, 2006). 특히 *Cro. sakazakii*는 국내에서도 2006년에 조제분유에서 검출되어 사회적인 논란이 야기된 바 있으며(Jung 등, 2006), 조제분유에서 검출된 *Cronobacter* spp.의 역학조사 결과 주 오염원으로 제조공장 주변의 하천, 농경지 등에서 서식하는 해충이 제조 작업장 내로 유입되어 제품에 혼입될 가능성이 높다고 하였는데(Mutyjens 등, 1990; Kuzina 등, 2001), 이 균은 환경유래 오염균이라는 것이 지배적이다(Kuzina 등, 2001).

K. pneumoniae 또한 물에서 분변 오염정도를 알아보기 위한 지표미생물로서 널리 사용되어져 왔다(Lee 등, 2006b). 이번 조사에서 공원 및 교육시설 내 놀이터 모래에서 *K. pneumoniae*가 검출되었다는 것은 공원 및 교육시설 내 놀이터 모래가 반려 및 유기동물의 분변에 노출되었거나, 토양과 물의 환경에 상재하던 균이 모래로 유입된 것으로 생각된다. 한편 Kim

등(2007b)과 Park 등(2006)은 약수터나 지표수의 경우에 있어서도 주변 환경이 온혈동물의 분변에 노출되어 *K. pneumoniae*가 분리될 수 있다고 하였다.

어린이들이 놀이터에서 흙장난을 하고 집에서 손을 씻지 않고 음식을 섭취한다면 분원성 대장균군 이외에도 살모넬라균, 황색포도상구균, 녹농균 등 병원성 미생물에 감염될 가능성도 있기 때문에 놀이터 모래를 정기적으로 교체하거나 소독하고 모래의 배수가 용이하도록 하여야 한다(환경부, 2008).

항생제는 질병의 치료, 예방 및 성장 촉진의 목적으로 오랫동안 사용되어 왔지만, 항생제 사용의 급격한 증가는 내성 세균과 다제 내성균의 출현을 증가시키는 동시에 질병의 치료 효과를 감소시키는 것으로 알려져 있다(Mudryk 등, 2010). 더욱이 여러 종류의 항생제에 내성을 가지고 있는 슈퍼박테리아 출현은 사람과 동물들에게 심각한 위협이 되고 있다(Lim 등, 2007).

이번 조사에서 분리된 분원성대장균군은 사용된 대부분의 항생제에 대해 71.0~98.0%의 높은 감수성을 보였으나, APR과 KF에 대해서는 각각 98.6%와 52.2%의 높은 내성을 나타내었다. 특히 APR의 경우 *Cro. sakazakii*를 제외한 공시균 대부분에서 내성을 보여 모래에서 분리된 분원성대장균군에서 APR에 대한 내성은 심각한 수준에 도달해 있음을 알 수 있었다. 따라서 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다. 한편 최근까지 국내 교육시설 및 공원 내 모래에서 분리된 분원성대장균군에 대한 항생제 내성양상에 관한보고는 없어 이번 조사의 결과를 타 연구자들의 결과와 비교하기는 어렵다. 그러나 이번 조사에서 교육시설 및 공원 내 모래에서 여러 종류의 분원성대장균군이 검출되었고 또한 일부 항생제에 내성을 지닌 세균들이 검출되었다. 교육시설 및 공원 놀이터는 학생과 어린이들의 활동공간으로 사용되고 있고, 이들 주변 환경은 병원체를 함유하고 있는 개와 고양이의 배설물 및 기타 오염물로 인하여 병원성 세균에 노출될 가능성은 배제할 수 없다. 따라서 이들 시설에 대한 세심한 관리와 더불어 모래에서 분원성대장균군 및 대장균에 대한 검출 규제를 강화할 필요가 있다고 사료된다.

결 론

2013년 9월부터 12월까지 서울지역 교육시설 및

어린이 공원 내 놀이터에서 채취한 토양시료 276건에 대한 분원성대장균군의 검출 및 이들 균주에 대한 항생제 감수성 시험을 시험한 결과는 다음과 같다. 분원성대장균군은 276곳 중 69건(25.0%)에서 검출되었으며, 이중 중학교에서 32.6%로 가장 높았고 다음으로 공원(31.1%), 초등학교(23.7%) 및 유치원(18.5%) 순으로 나타났다. 총 69주의 분원성대장균군 중 대장균이 52주(75.4%)로 가장 많이 분리되었고, 다음 *Cro. sakazakii* 6주(8.7%), *K. pneumoniae* 5주(7.2%), *A. baumannii* 3주(4.3%) 및 *Cedecea davisae* 2주(2.9%) 및 *Ent. cloacae* 1주(1.4%) 순이었다. 분원성대장균군은 APR에 98.6%로 가장 높은 내성률을 보였고, KF, AMP와 N에는 각각 52.2%, 29.0% 및 13.0%의 내성률을 나타내었다. 나머지 항생제에 대해서는 10% 이하 낮은 내성률을 나타냈다.

참 고 문 헌

- 환경부. 2003. 토지 이용 용도별 토양오염기준 및 복원기준 마련을 위한 연구.
- 환경부. 2008. 어린이 놀이터 바닥재 환경유해인자 조사 및 개선방안 마련.
- 환경부. 2013. 먹는물 수질공정 시험법. 환경부고시제2013-30호
- 환경부. 2014. 먹는물 수질기준 및 검사등에 관한 규칙. 환경부령-제553호.
- Badura A, Luxner J, Feiefl G, Reinthaler FF, Zarfel G, Galler H, Pregartner G, Riedl R, Grisoid AJ. 2014. Prevalence, antibiotic resistance patterns and molecular characterization *Escherichia coli* from Austrian sandpit. *Environ Pollut* 194: 24-30.
- Bowen AB, Braden CR. 2006. Invasive *Enterobacter sakazakii* disease in infants. *Emerg Infect Dis* 12: 1185-1189.
- Chandra M, Cheng P, Rondeau G, Porwollik S, McClelland M. 2013. A single step multiplex PCR for identification of six diarrheagenic *E. coli* pathotypes and *Salmonella*. *Int J Med Microbiol* 303: 210-216.
- CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. 2012. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twenty-second informational supplement. M100-S22. Wayne, PA, USA.
- Hwang KH, Hong CK, Kim JA, Lee H, Jin YH, Sung-hee Han, Yook DH, Lee SD, Park NW, Choi BH. 2005. Contamination status on fecal coliforms of drinking water in seoul. *Report of SIHE*. 41: 266-271.
- Jason W, Carolyn R. Morris, David A, Rasko. 2013. Comparative genomics of pathogenic *Escherichia coli*. *Academic press*. 21-43.
- Johnson JR, Stell AL, Delavari P, Murray AC, Kuskowski M,

- Gaastra W. 2001. Phylogenetic and pathotypic similarities between *Escherichia coli* isolates from urinary tract infections in dogs and extraintestinal infections in humans. *J Infect Dis* 183: 897-906.
- Jung MK, Park JH. 2006. Prevalence and thermal stability of *Enterobacter sakazakii* from unprocessed ready-to-eat agricultural products and powdered infant formulas. *Food sci biotechnol* 15: 152-157.
- Jung SK, Song HM, Yoon SH, Lee JC, Kim YH, Park KJ, Park JT, Kim DS. 2009. A study on the soil pollution in the children's playground of Gwangju area. *Kor Soc Waste Manag* 26: 168-174.
- Kasia PK, Nevers MB, Breitenbach C, Whitman RL. Recreational water quality response to filtering barrier at a great lake beach. *J Environ manage* 129: 635-641.
- Kim HT, Lee WW, Jung KT, Lee SM, Son EJ, Lee GR, Kim GH, Lee DS, Lee KW. 2007a. Study on antimicrobial resistances of *Escherichia coli* isolated from domestic beef on sale. *Kor J Vet Serv* 31: 17-29.
- Kim KA, Lee BO, Kim OM, Hur MJ, Kim KT, Ro JI, Choe CS, Go JM, Kim YH. 2007b. A study on pollution of spring in Incheon area. *Kor J Sani* 22: 35-50.
- Kuzina LV, Peloquin JJ, Vacek DC, Miller TA. 2001. Isolation and identification of bacteria associated with adult laboratory mexican fruit flies, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). *Curr Microbiol* 42: 290-294.
- Lee YO, Cho JR, Kim SH, Kim SD, Huh SN, Lee HJ. 2006a. Comparative studies on detecting methods for fecal indicators. *J Korean Soc on water environment & water wastewater*. 414-419.
- Lee JB, Kim GB, Jung K, Kim MY. 2006b. The Evaluation on the pollution level of playgrounds for children in Seoul metropolitan. *Kor Soc Environ health* 32: 249-253.
- Lim SK, Lee JY, Park SY, Jung SC. 2007. Antimicrobial resistance of commensal bacteria isolated from food-producing animals II. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. isolated from pig fecal samples. *Kor J Vet Pub Health* 31: 31-39.
- Luna GM, Vignaroli C, Rinaldi C, Pusceddu A, Nicoletti L, Gabellini M, Danovaro R, Biavasco F. 2010. Extraintestinal *Escherichia coli* Carrying Virulence Genes in Coastal Marine Sediments. *App Environ Microbiol* 76: 5659-5668.
- Matsuo J, Nakashio S. 2005. Prevalence of fecal contamination in sandfits in public parks in Sapporo city, Japan. *Vet Parasitol* 128: 115-119.
- Mudryk Z, Perliński P, Skórcaewski P. 2010. Detection of antibiotic resistant bacteria inhabiting the sand of non-recreational marine beach. *Marine pollution Bulletin*. 60: 207-214.
- Muytjens HL, Kollee LAA. 1990. *Enterobacter sakazakii* meningitis in neonates causative role of fomula. *Pediatr Infect. Dis J* 9: 372-373.
- Park HK, Shin KD, Kim JY, Kong DS. 2009. Distribution of coliform and fecal coliform bacteria in lake paldang. *J Korean Soc on Water Environment & Water Wastewater*. 661-663.
- Park JE, Kim SD, Cho JR, Kim SH, Lee HJ, Lee YO. 2006. Comparative studies on detecting methods of fecal indicators (coliforms) in surface water. *J Kor Soc Water Qual* 22: 1052-1059.
- Percival SL, Chalmer RM, Embrey M. 2004. *Microbiology of Water-borne Diseases*. ELSEVIER. press 2nd edt.: 71-90.
- Şengür G, Öner YA. The examination of intestinal flora and parasites in dogs and the role of the contamination of the playgrounds sand with feces. 2005. *Türk Mikrobiyol Cem Derg* 35: 57-66.
- Smith JL, Fratamico PM, Gunther NW. 2007. Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*. *Foodborne Pathog Dis* 4: 134-163.
- Whitman RL, Harwood VJ, Edge TA, Nevers MB. 2014. Microbes in beach sands: integrating environment, ecology and public health. *Rev Environ Sci Biotechnol* 13: 329-368.