

부산지역 약수터수로부터 *Yersinia enterocolitica*의 분리에 관한 연구

김미희 · 차인호[†] · 최철순* · 이상준**

부산광역시 보건환경연구원

*중앙대학교 의과대학

**부산대학교 미생물학과

Isolation of *Yersinia enterocolitica* from Springs water in Pusan Area

Mi-Hee Kim, In-Ho Cha[†], Chul-Soon Choi*, Sang-Joon Lee**

Institute of Health and Environment, Pusan 613-014, Korea

*College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul 156-756, Korea

**Department of Microbiology, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract

On the purpose of epidemiological study related to yersiniosis, a total of 720 springs water collected from 60 points in the Pusan area were examined for the presence of *Y. enterocolitica* and also the isolation rates, biotype, serotype, biochemical properties and antibiotic susceptibility. Fifty-eight (8.0%) strains of *Yersinia* species were isolated from 720 springs water. Isolation rate for each species was 49 (6.8%) strains of *Y. enterocolitica*, 3 (0.4%) strains of *Y. pseudotuberculosis* and 6 (0.8%) strains of *Y. frederiksenii*. Seasonal distribution of isolated *Yersinia* sp. were shown considerably from November to April, and *Y. enterocolitica* was especially isolated in order of January (20.4%), December (16.3%), March (14.3%) and April (8.2%). Isolated *Y. enterocolitica* was divided into 4 kinds of biotype such as 1, 2, 3, and 3B. Distribution of each biotype was shown in order of biotype 1 (51.0%), biotype 2 (30.6%), biotype 3B (16.3%) and biotype 3 (2.1%). The serotypes of 49 *Y. enterocolitica* were typed 7 kinds of serotypes (O : 3, O : 5, O : 8, O : 9, O : 13, O : 18 and O : 21), and serotype O : 8 (34.7%), O : 9 (30.6%) and O : 3 (10.2%) were encountered most frequently.

Key words : *Yersinia enterocolitica*, springs water, isolation

서 론

Yersinia spp.는 장내세 균과에 속하는 통성 혐기성의 Gram 음성 간균으로, 사람에게 병원성이 인정된 균종으로는 *Yersinia pestis*, *Y. pseudotuberculosis* 및 *Y. enterocolitica* 3종이

알려져 있다. 이들중 *Y. enterocolitica*는 위장염, 말단회장염, 장간막 임파절염과 같은 급성위장염을 일으키며 패혈증 및 이차면역질환인 결절성 홍반과 다발성 관절염 등을 일으키는 것으로 밝혀져 있으며^{1,2)} 다른 장내세균과 같이 enterotoxin으로 인한 심한 설사를 유발시키고, 때로는 장상피세

[†] Corresponding author

포를 침습하여 이질과 유사한 증상을 나타내어³⁾, 급성충수염과 유사한 극심한 복통을 일으킨다⁴⁾.

*Y. enterocolitica*는 생화학적 성상에 의하여 7종의 생물형으로 구분할 수 있으며³⁾, 균체세포벽의 다당체 항원 특이성에 의하여 50여 종의 혈청군으로 분류된다^{1,5)}. 그러나 지역에 따라 다소의 차이는 있으나 급성 위장염 환자에서 가장 흔히 분리되는 혈청형은 O:3, O:8 및 O:9의 3가지 혈청형으로 밝혀져 있다^{6,7,8,9,10)}. *Y. enterocolitica*는 다른 종의 *Yersinia*와는 항원의 구조가 명확히 구분되어 항원간에 교차반응이 나타나지 않지만, 혈청형 O:9와 대부분의 *Brucella* 균주는 완전히 교차반응을 나타내며, 교차반응을 나타내는 항원 결정인자는 lipopolysaccharide(LPS)인 것으로 알려져 있다. 또한 이 균은 *Y. pestis*와는 달리 배양온도 의존성 주모균으로 22°C 배양시 편모를 형성하여 활발한 운동성을 나타내지만, 37°C에 배양할 경우에는 편모를 형성하지 않기 때문에 운동성을 나타내지 않는 특성을 가지고 있다¹⁾.

*Y. enterocolitica*는 1939년 Schleifstein과 Coleman¹¹⁾에 의하여 최초로 분리된 이후 다른 장내세균에 비하여 분리율이 낮기 때문에 중요하게 취급하지 않았으나, 냉장식품을 통한 식중독의 원인균¹²⁾으로 밝혀지면서 이에 대한 많은 관심을 갖게 되었다. 특히 각종 동물^{13,14,15)}, 식육¹⁴⁾, 식품¹⁶⁾, 음용수¹⁷⁾, 환경¹⁸⁾으로부터 *Y. enterocolitica*의 분리율이 보고되고 있으며, 우리나라에서도 환자^{6,19)}, 및 건강한 동물의 분변^{20,21)}에서 본 균이 분리된 예가 있어 yersiniosis에 대한 관심이 고조되고 있다²²⁾.

이와 같이 *Y. enterocolitica*에 의한 yersiniosis의 집단적인 발생은 오염된 식품과 음료를 통하여 전염된다는 것이 명확하게 인정되고, 또한 최근 각종 공해로 인한 상수원의 오염, 건강에 대한 인식향상 및 상수도에 대한 불신감으로 많은 사람들이 약수터(웅달샘)의 생수를 과신하여 음용하고 있는 실정에서 이로 인한 yersiniosis의 집단발생이 우려되고 있다. 따라서 본 연구에서는 역학적 기초자료의 일환으로 부산시내 일원의 약수터수로부터 *Y. enterocolitica*의 분포율을 조사하고, 분리균의 생화학적 성상, 생물형, 혈청형, 항생제 감수성 등을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

*Yersinia enterocolitica*의 분리를 위하여 1996년 5월부터

1997년 4월까지 부산시내 일원의 약수터에서 월 1회 무균적으로 채수한 2ℓ의 물을 공시재료로 하였으며, 채수지역은 Fig. 1과 같이 60 개소의 약수터를 선정하였다. 채수한 시료는 저온을 유지하면서 실험실로 운반하여 빠른 시간내에 실험을 실시하였다.

공시배지

*Y. enterocolitica*의 분리를 위한 선택배지는 *Yersinia selective Medium* (Difco)에 cefsulodin, irgasan 및 novobiocin (CIN; Difco)을 첨가한 평판배지를 사용하였고, 계대 및 보관용 배지는 Brain Heart Infusion Agar (Difco), 분리균의 증균 및 여러가지 화학적 시험을 위하여 Tryptic

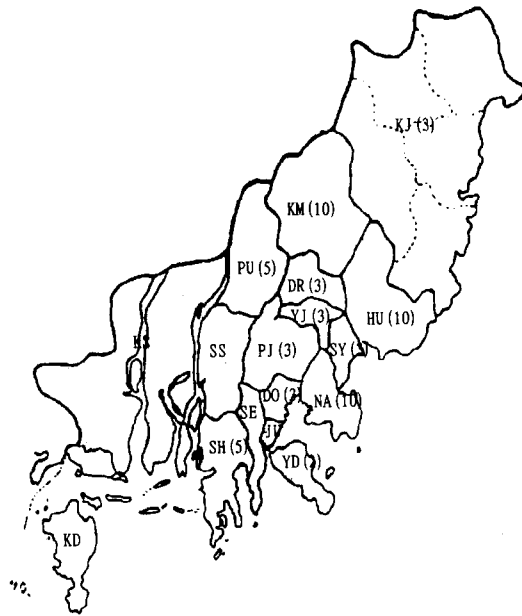


Fig. 1. Collection point of water from springs water in the Pusan area. KJ, Kijang-gun; KM, Kumjeong-gu; HU, Haeundae-gu; PU, Puk-gu; DR, Dongrae-gu; YJ, Yeonje-gu; SY, Suyong-gu; PJ, Pusanjin-gu; NA, Nam-gu; DO, Tong-gu; SS, Ssang-gu; SE, Seo-gu; JU, Jung-gu; YD, Yongdo-gu; SH, Saha-gu; KS, Kangseo-gu; KD, Kadeok-do; (), number of collection point

Soy broth (TSB ; Difco)를 사용하였으며 운동성검사 배지는 MIO (Difco) 배지를 사용하였다.

*Yersinia enterocolitica*의 분리 및 동정

공시재료로부터 *Y. enterocolitica*의 분리는 Fig. 2와 같이 약수터수 1ℓ를 멸균된 여과장치(Sartorius co.)에 멸균된 membrane filter(0.22 μm pore size)를 이용하여 여과한 후, 연속해서 0.288% KOH 20~30ml를 20초 이내에 완전히 여과하였다. 이 여과지를 CIN이 첨가된 선택배지에 올려놓고 배지의 표면과 여과지 사이의 기포를 제거하여 25℃에서 48시간 배양한 다음, 여과지위의 점액성이 없고 붉은 빛을 나타내는 2~3개의 집락을 조균하여 BHI Agar plate에 계대배양하였다. 계대배양된 분리균에 대하여 Gram 염색, catalase, oxidase, MacConkey agar에서의 lactose 분해여부 및 25℃에서의 운동성을 조사한 다음, API 20E kit로써 잠정 동정하였다.

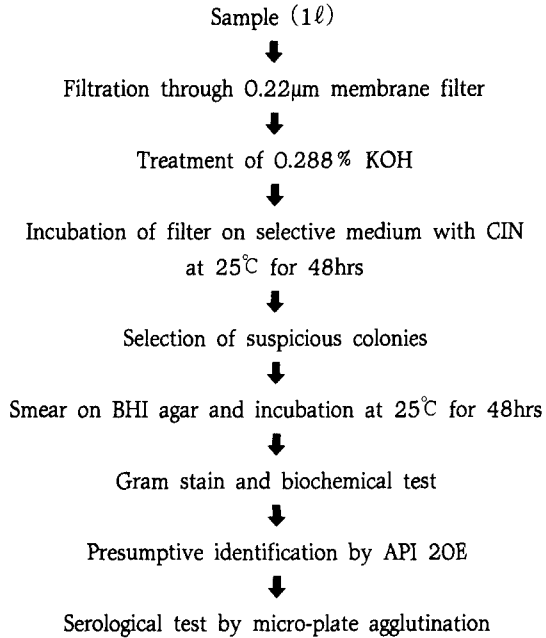


Fig. 2. Scheme of identification of *Y. enterocolitica* from springs water.

분리균의 생물형

분리된 *Y. enterocolitica*의 생물형은 Fig. 3과 같이 lipase

및 aesculin 가수분해, indole, xylose 분해, VP 및 inositol 분해시험 등에 의한 생화학적 특성을 이용하여 7종의 생물형으로 분류하였다^{1,3,19)}.

Lipase & aesculin hydrolysis

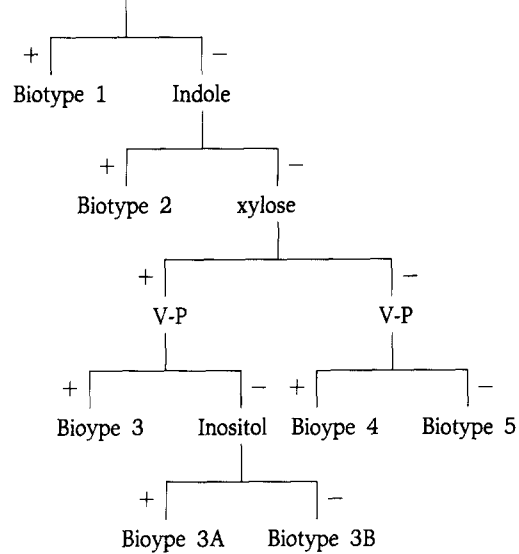


Fig. 3. Dichotomous differentiation of biotypes of *Y. enterocolitica*.

혈청형 조사

분리균의 혈청형조사는 항혈청을 이용한 미량 평판응집 반응법²¹⁾으로 실시하였다. 실험에 사용된 *Y. enterocolitica* O : 2, O : 3, O : 4, O : 5, O : 6, O : 8, O : 9, O : 13, O : 16, O18, O : 20 및 O : 21 등 12종의 표준 항혈청은 중앙대학교 의과대학 미생물학교실로부터 분양받아 사용하였다. 즉, 항혈청을 시험관에 생리식염수로 1 : 10~1,280 까지 단계희석한 다음 96 well microplate에 50μl씩 분주하고, 분리균의 균수를 3×10⁶ CFU/ml로 조절하여 동량으로 각 항혈청에 분주하였다. Microplate 내의 항혈청과 공시균을 잘 혼합하고 실온에서 하룻밤 정치한 다음 최종 희석배수에 완전한 균체응집을 나타내는 것을 혈청형으로 결정하였다.

항균제 감수성시험

약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*에 대한 항균제

감수성시험은 disk 확산법²³⁾에 따라 실시하였다. 항균제 감수성시험의 기초배지로는 Mueller Hinton medium을 사용하였으며, 감수성시험에 사용한 disk는 ampicillin (Am), gentamicin (Gm), chloramphenicol (Cm), tetracycline (Tc), cephalothin (Cp), streptomycin (Sm), kanamycin (Km), polymyxin B (Pb), nalidixic acid (Na), neomycin (Nm), carbenicillin (Cb), amikacin (Ak), colistin (Cl), erythromycin (Em), novobiocin (Nb), tobramycin (Tm)으로 16종의 항균제를 사용하였다. 37°C에서 18시간 배양하여 3×10⁶ CFU/ml로 균수를 조절한 분리균을 평판배지에 도말한다음 각 항생제 disk를 배지표면에 가하고 37°C에서 24시간 배양한 후, 균 성장을 억제하는 투명대 형성 유무로서 감수성을 판정하였다. 항균제 감수성의 판정기준은 NCCLS²⁴⁾의 기준에 준하였다.

결 과

Yersinia 속균의 분리

부산시 일원의 약수터에 대한 *Yersinia enterocolitica*의 오염도를 파악하기 위하여 총 720건의 약수터수로부터 분리를 실시한 결과는 Table 1과 같다. *Y. enterocolitica*는 가검

물 총 720건중 49건의 약수터수로부터 분리되어 6.8%의 분리율을 나타내었다. 다른 *Yersinia* 균종으로는 *Y. pseudotuberculosis*와 *Y. frederiksenii*가 각각 다른 지역에서 3주 및 6주가 분리되어 0.4%와 0.8%의 비교적 낮은 분리율을 나타내었다.

Table 1. Isolation rates of *Yersinia* spp. from 720 springs water

Species	No. of strains (%)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	49(6.8)
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	3(0.4)
<i>Yersinia frederiksenii</i>	6(0.8)
Total	58 (8.0)

*Yersinia*의 월별 분리율

약수터수로부터 *Yersinia enterocolitica*를 비롯한 *Yersinia* spp.의 월별 분리율은 Table 2와 같다. *Yersinia* spp.는 10월에서 4월에 걸쳐 주로 분리되는 경향을 나타내었고, 특히 *Y. enterocolitica*의 경우 2월에 15건이 분리되어 24.4%의 분리율을 보여 가장 높은 분리율을 나타내었다(Fig. 4).

Table 2. Detection frequency of *Yersinia* spp. from springs water by month

Month	No. of samples	<i>Yersinia</i> spp.(%)			Total (%)
		<i>Y. enterocolitica</i>	<i>Y. pseudotuberculosis</i>	<i>Y. frederiksenii</i>	
'96. 5	60	1(1.7)	0	0	1(1.7)
6	60	0	0	0	0
7	60	0	0	0	0
8	60	0	0	0	0
9	60	0	0	0	0
10	60	1(1.7)	0	0	1(1.7)
11	60	3(6.1)	0	0	3(5.2)
12	60	8(16.3)	0	0	8(13.8)
'97. 1	60	10(20.4)	2(3.3)	1(1.7)	13(22.4)
2	60	15(24.2)	1(1.7)	3(5.0)	19(32.8)
3	60	7(14.3)	0	2(3.3)	9(15.5)
4	60	4(8.2)	0	2(3.3)	4(6.9)
Total	720	49(6.8)	3(0.4)	6(0.8)	58(8.0)

Table 3. Biochemical properties of 3 different species of *Yersinia* from springs water

Biochemical reaction	<i>Y. enterocolitica</i> (n=6)	<i>Y. pseudotuberculosis</i> (n=3)	<i>Y. frederiksenii</i> (n=6)
Oxidase	-(0)	-(0)	-(0)
Nitrate	+(100)	+(100)	+(100)
H ₂ S	-(0)	-(0)	-(0)
Indole	V(81.6)	-(0)	-(0)
Methyl red	+(100)	+(100)	+(100)
Voges-Proskauer	V(67.3)	-(0)	-(0)
Citrate	-(0)	-(0)	V(66.7)
Urease	+(100)	+(100)	+(100)
Motility			
-at 37°C	-(0)	-(0)	-(0)
-at 25°C	+(100)	+(100)	+(100)
Lysine decarboxylase	-(0)	-(0)	-(0)
Arginine dehydrolase	-(0)	-(0)	-(0)
Ornithine decarboxylase	+(100)	-(0)	+(100)
Phenylalanine	-(0)	-(0)	-(0)
Malonate	-(0)	-(0)	-(0)
ONPG	+(91.8)	+(100)	+(100)
Aesculin	V(51.0)	V(66.7)	+(100)
TDA	-(0)	-(0)	-(0)
Gelatin hydrolysis	-(0)	-(0)	-(0)
Acid from			
-glucose	+(100)	+(100)	+(100)
-mannitol	+(100)	+(100)	+(100)
-inositol	V(61.2)	+(0)	V(83.3)
-sorbitol	+(100)	-(0)	+(100)
-rhamnose	-(0)	+(100)	+(100)
-sacharose	+(100)	+(100)	+(100)
-melibiose	-(0)	+(100)	-(0)
-amigdalin	+(100)	+(100)	+(100)
-arabinose	+(100)	+(100)	+(100)
-dulcitol	-(0)	-(0)	-(0)
-adonitol	-(0)	-(0)	-(0)
-raffinose	-(0)	-(0)	-(0)
-trehalose	+(100)	+(100)	+(100)
-xylose	+(100)	+(100)	+(100)
-salicin	V(51.0)	V(66.7)	+(100)

+, more than 90% positive reaction ; -, less than 10% positive reaction ; V, between 10 to 90% positive reaction ; a, total number of strains tested ; b, percentage of positive reaction.

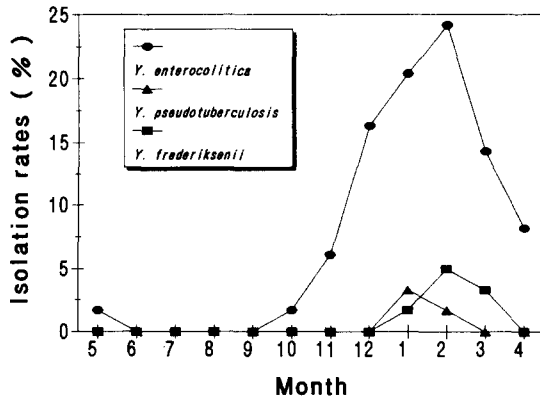


Fig. 4. Tendency of isolation of *Yersinia* spp. from springs water by month.

Yersinia spp.의 생화학적 성상

분리된 *Yersinia* spp.의 생화학적 성상시험 성적은 Table 3과 같다. 분리된 *Y. enterocolitica* 49주, *Y. pseudotuberculosis* 3주 및 *Y. frederiksenii* 6주 모두는 nitrate 환원, methyl red, 25°C에서 운동성, urease 및 glucose, mannitol, saccharose, amigdaline, arabinose, trehalose, xylose 분해 시험에서 양성반응을 나타낸 반면, oxidase, H₂S gas 생성, 37°C에서 운동성, lysine decarboxylase, arginine dehydro-lase, phenylalanine, malonate, gelatin hydrolysis, TDA 시험 및 dulcitol, adonitol, raffinose 분해시험에서 분리균 모두 음성반응을 나타내었다. 특히 *Y. enterocolitica*의 분리주는 VP, aesculin, inositol 및 salicin 분해시험에서 각각 67.3%, 51%, 61.2% 및 51%의 양성반응을 나타내었다.

*Y. enterocolitica*의 생물형 및 생화학적 성상

*Yersinia enterocolitica*로 동정된 49주를 생화학적 특성에 따른 7개의 생물형으로 분류한 결과 Table 4와 같은 성적을 나타내었다. 7종류의 생물형중 1형이 25주(51.0%)로 가장 많았으며 2형 (30.6%), 3B형 (16.3%), 3형 (2.0%)의 순으로 나타났으며, 3A형, 4형 및 5형은 검출되지 않았다.

*Y. enterocolitica*의 혈청형 분포

약수터수로부터 분리한 49주의 *Y. enterocolitica* 혈청형 분포를 12 종의 표준 항혈청으로 시험한 결과 Table 5와 같이 분리균중 45 주가 O:3, O:5, O:8, O:9, O:13, O:18 및 O:21과 같은 7종의 항혈청으로 형별되었으며, 4 주(8.2%)는 12종의 공시 항혈청에 형별되지 않았다. 혈청형의 분포는 O:8형이 34.7%로 가장 높은 분포를 보였으며, O:9 (30.6%), O:3 (10.2%), O:5와 O:13 (6.1%) 등의 순으로 나타났다.

*Y. enterocolitica*의 항균제 감수성

약수터수로부터 분리한 49주의 *Y. enterocolitica*를 16종의 항균제에 대하여 감수성 시험을 실시하였던 바, Table 6과 같은 성적을 나타내었다.

Y. enterocolitica 공시균은 Cm, Cl, Gm, Km, Na, Pb, 및 Tm에 49주 모두 감수성을 나타내었으며, Ak과 Nm에는 90% 이상의 높은 감수성을 보인 반면 Am, Cb, Em 등에는 20~30% 정도의 낮은 감수성을 나타내었다. 한편, Cp, Nb, Tc 등의 항균제에는 95% 이상의 높은 내성을 나타내었다.

Table 4. Distribution of biotype of *Y. enterocolitica* from springs water

No. of tested	Biotype(%)						
	1	2	3	3A	3B	4	5
49	25(51.0)	15(30.6)	(2.1)	0	8(16.3)	0	0

Table 5. Distribution of serotype of 49 *Y. enterocolitica* isolated from springs water

No. of strains tested	Serotypes(%)							No. of not detected(%)	Total
	O:3	O:5	O:8	O:9	O:13	O:18	O:21		
49	5(10.2)	3(6.1)	17(34.7)	15(30.6)	3(6.1)	1(2.0)	1(2.0)	4(8.2)	49

Table 6. Antimicrobial susceptibility of *Y. enterocolitica* from springs water

Antimicrobials	Concentration ($\mu\text{g}/\text{disk}$)	No. of strains (%)
Amikacin (Ak)	30	48(98.0)
Ampicillin (Am)	10	13(26.5)
Carbenicillin (Cb)	50	11(22.4)
Cephalothin (Cp)	30	2(4.1)
Chloramphenicol (Cm)	30	49(100)
Colistin (Cl)	10	49(100)
Erythromycin (Em)	15	15(30.6)
Gentamicin (Gm)	10	49(100)
Kanamycin (Km)	30	49(100)
Nalidixic acid (Na)	30	49(100)
Neomycin (Nm)	30	47(95.9)
Novobiocin (Nb)	30	2(4.1)
Polymyxin B (Pb)	300U	49(100)
Streptomycin (Sm)	10	49(100)
Tetracycline (Tc)	30	2(4.1)
Tobramycin (Tm)	10	49(100)

고 찰

최근 각종 공해로 인한 상수원의 오염으로 약수터수를 이용하는 사람들이 급증하고 있으며, 이를 과신하여 생수로 음용하는 경우가 대부분이다. 그러나 약수터수는 세균 및 여러 가지 유해물질 등의 오염에 항상 노출되어 있기 때문에 이들 약수터수를 매개로한 집단 수인성 질환이 우려되고 있다. 특히 약수터수의 *Yersinia* 속균에 의한 환자의 집단 발생이 종종 보고되고 있어 이에 대한 역학적인 기초연구가 시급한 실정이다.

*Yersinia enterocolitica*는 전세계에 널리 분포하고 있으며 가축, 야생동물^{13,14,15,20,21}, 식품¹⁶, 환경¹⁸, 사람^{6,19,22,25} 등 여러곳에서 분리되고 있으나, 국내의 약수터수에 대한 연중 분포자료가 없고, 대부분 임상 가검물을 대상으로 한 보고가 주를 이루고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 부산지역 60개 지점의 약수터를 연중 계속적으로 조사하여 *Yersinia*의 분포율 및 이로 인한 감염의 예방대책을 세우는 데 중요한 역학적인 기초자료를 제시하고자 하였다.

본 연구에서 약수터수로부터 분리되는 *Yersinia* 속균의 월별분포율은 11월에서 4월까지 높은 분리율을 보여 Fukushima¹⁷의 11월에서 5월 사이에 검출율이 가장 높은 결과와 일치하였다. *Yersinia*의 검출율이 계절적으로 겨울철과 봄철에 높은 것은 다른 장내세균에 비해 성장이 낮은 *Yersinia*의 증식에 저온의 환경이 유리하게 작용하였기 때문으로 여겨진다. 지점별 검출결과를 보면 약수터 60개소중 연중 1회 이상 *Y. enterocolitica*가 분리된 곳은 41개소로 68%의 높은 분포를 보였으며, 동일 약수터에서 연중 4회 검출된 곳이 1개소, 2회 검출된 곳이 5개소로 나타나 *Y. enterocolitica*의 오염원이 고르게 분포하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 *Y. enterocolitica*의 병원성과 주민들의 약수터 이용 실태를 고려할 때 이들 균의 오염경로에 대한 규명이 시급한 것으로 사료된다.

*Y. enterocolitica*는 배양온도에 따른 생화학적 성상이 다양하고, 또한 분리원이나 분리지역에 따라서 다소간의 차이를 나타낼 수 있다. 최 등¹⁹에 의하면 급성 위장염환자의 분변으로부터 분리한 *Y. enterocolitica*의 urea 가수분해시험에서 분리균의 75%가 양성반응을 나타내었고, 홍 등⁶은 환자의 임상검체에서 분리된 *Y. enterocolitica*의 35°C 운동성 시험에서 분리균의 57%가 양성을 나타내었으며, 박 등²⁰은 돼지유래의 *Y. enterocolitica* 분리주에 대한 26°C의 운동성 시험에서 분리균의 29.4%가 양성을 나타내었다고 보고 하였다. 본 실험에서는 49주의 분리균 모두가 urea 가수분해시험에서 양성반응, 37°C 운동성시험에서 음성반응, 25°C의 운동성 시험에서 양성반응을 나타내어 이들 성적과 상이한 결과를 보였으나, Bergey's manual의 생화학적 성상 기준과 서 등²⁶의 보고와 일치되어 잠정적으로 *Y. enterocolitica*로 동정할 수 있었다.

*Y. enterocolitica*는 indole 시험, lipase 및 aesculin 가수분해시험, xylose 분해, VP 및 inositol 등과 같은 생화학적 성상의 차이를 이용하여 7개의 생물형으로 분류된다^{1,3}. 이러한 분류에 의한 본 연구의 결과는 자연계에 널리 분포하고 있는 생물형 1형이 25주(51%)로 가장 많았으며, 생물형 2형이 15주(30.6%), 3B형이 8주(16.3%)순으로 나타났다. 이는 국내 급성위장염 환자의 임상검체로부터 분리한 *Y. enterocolitica*의 생물형이 대부분 3B형과 2형이었다고 보고한 최 등¹⁹의 결과와, 박 등²⁰이 돼지로부터 분리한 *Y. enterocolitica* 분리균의 생물형이 대부분 3B형과 2형이었다

고 한 성적과는 다소의 차이를 나타내었으나, 생물형 2형과 3B형이 각각 30.6%와 16.3%로 분리되었다는 본 실험성적은 약수터수로부터도 동물이나 사람으로의 yersiniosis 이환이 가능하다는 것을 암시해 주고 있다.

사람의 급성 위장염과 관계가 깊은 *Y. enterocolitica*의 혈청형 분포는 지역에 따라 차이가 있으나, 대체적으로 O:3, O:8 및 O:9형이 가장 많다. 홍과 김⁶⁾은 국내에서 사람의 임상가검물로부터 분리한 *Y. enterocolitica*의 주요 혈청형이 O:1, 2, 3 및 O:9형이라고 하였으며, 외국의 경우는 O:3과 O:9형이 주된 혈청형이고⁷⁾ 미국의 경우에는 O:8과 O:9형이 분리군의 주된 혈청형이다^{8,9,10)}. 본 연구에서는 공시한 12종의 표준 항혈청중 O:3, O:5, O:8, O:9, O:13, O:18 및 O:21 등 7종의 항혈청에 45 (91.8%)가 형별되었으며, 4 (8.2%)주는 형별되지 않았다. 약수터수로부터 분리한 *Y. enterocolitica*의 혈청형 분포는 O:8형이 34.7%로 가장 높은 분포를 보였고, O:9 (30.6%), O:3 (10.2%), O:5와 O:13 (6.1%) 등의 순으로 나타나 임상가검물로부터 주로 분리되는 혈청형의 분포와 유사하였다. 따라서 약수터수로부터 유래되는 *Y. enterocolitica*는 인체감염의 전염원으로 추정되며, 이로 인한 yersiniosis의 집단발생 가능성을 시사해준다.

항균제에 대한 *Y. enterocolitica*의 감수성은 대부분의 공시약제에 대하여 높은 감수성을 나타내었으며, Cp, Nb, Tc 등 3종의 항균제에 대하여는 높은 내성을 나타내어 *Y. enterocolitica*의 분리시에 타균의 증식을 억제하기 위하여 배지에 novobiocin을 첨가하면 분리가 용이하다고 한 Fukushima 등¹⁷⁾의 보고를 뒷받침하여 주고 있다. 본 연구에서 분리한 *Y. enterocolitica*는 대부분의 항균제에 비교적 높은 감수성을 나타내었으며, 이러한 감수성을 지속적으로 유지할 수 있도록 항생제의 오용 및 남용에 주의하여야 할 것으로 사료되며, 임상검체 유래의 분리주에 대한 항균제 감수성과 자연계에서 유래된 분리주의 항균제 감수성을 비교하여 실제 내성화의 추세를 규명하는 것이 중요한 과제라고 생각된다.

결 론

*Yersinia enterocolitica*에 의한 yersiniosis의 집단발생은 오염된 식품과 음료를 통하여 유발될 수 있다. 본 연구에

서는 이러한 yersiniosis의 발생규명을 위한 역학적 연구의 기초자료로 부산시내 일원의 60개 지점 약수터수로부터 *Y. enterocolitica*의 분리율을 조사하고 생물형, 혈청형 및 항생제 감수성 등을 확인한 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 부산시내 약수터 60개 지점으로부터 채수한 720건의 약수터수에서 58(8.0%)주의 *Yersinia* 속균이 분리되었고, 분리된 *Yersinia* 속균의 분포는 *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* 및 *Y. frederiksenii*로 나타났으며, 이들 *Yersinia* spp.의 분리율은 각각 6.8%, 0.4% 및 0.8%이었다.
2. 약수터수로부터 분리된 *Yersinia* spp.의 월별 분리율은 대부분 11월에서 4월에 걸쳐 분리되는 경향을 보였고, *Y. enterocolitica*의 경우 2월에 24.2%의 분리율을 보여 가장 높은 분리율을 나타내었으며, 1월 (20.4%), 12월 (16.3%), 3월 (14.3%) 및 4월 (8.2%)의 순으로 분리되었다.
3. 약수터수로부터 분리된 *Y. enterocolitica* 49 주는 nitrate 환원, methyl-red, urea 가수분해, 25°C에서의 운동성, ornithine decarboxylase, glucose 분해, mannitol 분해, sorbitol분해, saccharose 분해, amigdaline 분해, arabinose분해, trehalose 분해 및 xylose 분해시험에서 모두 양성반응을 나타내었고, oxidase, H₂S 생산, citrate 이용능, 37°C에서의 운동성, lysine decarboxylase, arginine decarboxylase, phenylalanine, malonate, TDA, gelatin 가수분해, rhamnose 분해, melibiose 분해, dulcitol 분해, adonitol 분해 및 raffinose 분해시험에 모두 음성반응을 나타내었다.
4. 분리된 49주의 *Y. enterocolitica*의 생물형은 1형, 2형 3형 및 3B형 등의 4가지 생물형으로 분류되었으며, 이들 중 생물형 1형이 51.0%로서 높은 분포를 나타내었고, 2형 (30.6%), 3B형 (16.3%) 및 3형 (2.1%)의 순으로 분류되었다.
5. *Y. enterocolitica* 49주의 O항원에 대한 혈청형의 분포는 O:8형이 34.7%로 가장 높은 분포를 보였으며, O:9 (30.6%), O:3 (10.2%), O:5와 O:13 (6.1%) 등의 순으로 나타났다.
6. *Y. enterocolitica* 49주는 공시한 chloramphenicol, colistin, gentamicin, kanamycin, nalidixic acid, polymyxin B, tobramycin, amikacin과 ampicillin 등의 약제에 90

% 이상의 높은 감수성을 나타낸 반면, cephalothin, nobiocin 및 tetracycline 등의 항균제에 대하여는 95% 이상의 높은 내성을 나타내었다.

참 고 문 헌

- Bercovier, H. and Mollaret, H. H. : *Yersinia In Bergey's manual of systemic bacteriology*, Vol. 1, pp. 498-506, William and Wilkins, Baltimore (1984).
- Bottone, E. J. : *Yersinia enterocolitica* : a panoramic view of a charismatic microorganism. *Crit. Rev. Microbiol.*, 5, 211(1977).
- Cornelis G., Laroche, Y., Balligand, G., Sory, Mip. and Wauters, G. : *Yersinia enterocolitica*, a primary model for bacterial invasiveness. *Rev. Infect. Dis.*, 9, 64(1987).
- Kay, B. A., Wachsmuth, K., Gemski, p., Feely, J. C., Quan, T. J. and Banner, D. J. : Virulence and phenotypic characterization of *Yersinia enterocolitica* isolated from humans in the United States. *J. Clin. Microbiol.*, 17, 128(1983)
- Wauters, G. : *Antigens of Yersinia*. pp. 41-53. In Bottone, E. J. (ed.), *Yersinia enterocolitica*. CRC Press, Boca, Raton, Fla. (1981).
- 홍석일, 김정숙 : 국내에서 분리된 *Yersinia enterocolitica*의 혈청형, 생물형 및 생화학적 반응양상. 대한의학협회지, 30, 421(1987).
- Winblad, S. : *Yersinia enterocolitica*(synonyms : "Pasteurella X" Bacterium enterocoliticum for serotype O : 8. In Bergan, T and Norris, J. R. (eds.). *Methods in Microbiology*, Vol. 12, pp. 37-50, Academic Press, London (1978).
- Bottone, E. J. : Current trends of *Yersinia enterocolitica* isolates in New York City Area. *J. Clin. Microbiol.*, 17, 63(1983).
- Shayegani, M., Deforge, I., McGlynn, D.M. and Root, T. : Characteristics of *Yersinia enterocolitica* and related species isolated from human, animal and environmental sources. *J. Clin. Microbiol.*, 14, 304(1981).
- Shayegani, M., Morse, D., Deforge, I., Root, T., Parson, L. M. and Maupin, P. S. : Microbiology of a Major Foodborne Outbreak of Gastroenteritis caused by *Yersinia enterocolitica* serogroup O : 8. *J. Clin. Microbiol.*, 17, 35(1983).
- Schleifstein, J. I. and Coleman, M. B. : An unidentified microorganism resembling *B. lignieri* and *Past. pseudotuberculosis* and pathogenic for man, *N. Y. State. J. Med.*, 39, 1749(1939).
- Butler, T. : Plague and other *Yersinia* infections. pp. 55-62, Plenum Medical Book Comp., New York (1983).
- Fukushima, H., Saito, K. and Tsubokura, M. : Isolation of *Yersinia spp.* from bovine feces. *J. Clin. Microbiol.*, 18, 981(1983).
- Kawaga, J. and Iversen, J. O. : In vitro antimicrobial susceptibilities of *Yersinia enterocolitica* and related species isolated from slaughtered pigs and pork products. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 34, 2423(1990).
- Toma, S. and Deidrick, V. R. : Isolation of a12*Yersinia enterocolitica* from swine. *J. Clin. Microbiol.*, 2, 487(1975).
- Tacket, C. O., Ballard, J. and Harris, N. : An outbreak of *Yersinia enterocolitica* infections caused by contaminated tofu (soybean curd). *Am. J. Epidemiol.*, 121, 705(1985).
- Fukushima H. : Direct isolation *Yersinia pseudotuberculosis* from fresh water in Japan. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58, 2688(1992).
- Highsmith, A. K., Feeley, J. C. and Skaliy, P. : Isolation of *Yersinia enterocolitica* from well water and growth in distilled water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 34, 745(1977).
- 최철순, 김관옥, 정상인, 양용태 : 급성위장염 환자의 분변에서 분리된 *Yersinia* 균종 및 *Yersinia enterocolitica*의 혈청군과 생물형. 대한미생물학회지, 24, 143(1989).
- 박석기, 최철순, 전운성 : 돼지에서 분리한 *Y. enterocolitica*의 생물형, 혈청형 및 항균제 감수성. 대한수의학회지, 32, 63(1992).
- 최철순, 박석기, 윤용덕, 정상인, 양용태 : 한국의 동물(돼지와 개)에서 분리된 *Yersinia* 균종과 *Yersinia enterocolitica*의 혈청군과 생물형. 대한미생물학회지, 25, 1(1990).
- 송원근, 황규열, 윤갑준, 배선우 : *Yersinia enterocolitica* 혈청형 O3에 의한 패혈증 1예. 감염, 25, 177(1993).
- Edwin, H. L. : *Manual of clinical microbiology*, 5th ed., p. 1105-1125, American Society for microbiology, washington, D.C. (1991).
- NCCLS : Performances standards for antimicrobial disk susceptibility test. 5th ed., M2~M5, 13(1993)
- 백인기, 조종래, 구자욱, 김의중 : 서울 동북부지역에서 산발적으로 발생한 *Yersinia pseudotuberculosis* 감염에 대한 연구. 감염, 26, 1(1994).
- 서일혜, 최태열 : CIN배지를 이용하여 분리한 *Yersinia* Species 4예. 대한임상병리학학회지, 12, 369(1992).