J. Fd Hyg. Safety 14(3), 227–232 (1999)

식수에서 분리한 대장균군의 생화학적 성상에 의한 균종별 분포

함희진† · 안미진 · 박석기
서울특별시 보건환경연구원

Biochemical Classification of Coliforms Isolated from Drinking Water

Hee-Jin Ham†, Mee-Jin An and Seog-Gee Park
Seoul Health & Environmental Research Institute Seoul 100-310, Korea

ABSTRACT – A total of 136 coliform bacteria isolated from spring water (112 strains) and ground water (24 strains), submitted to Seoul Health and Environmental Research Institute from June to July in 1997, were characterized biochemically and microbiologically. Colonical characteristics of each isolate were also noted, including color and texture on EMB agar. Among the 136 isolates, 50.7% were greenish metallic sheen color, 44.2% were pink and 5.1% were violet. The sixty four percent were smooth, 34.6% were mucoid and 0.7%. were rough. Twenty three bacterial species were identified by IMViC and API 20E test. Among the 136 coliform bacteria known to species, 39 isolates (28.6%) were *Escherichia spp.*, 32 isolates (23.5%) were *Klebsiella ssp.*, 30 isolates (22.1%) were *Enterobacter spp.*, 19 isolates (14.0%) were *Serratia spp.*, 6 isolates (4.4%) were *Citrobacter spp.*, 4 isolates (3.0%) were *Kluyvera spp.* and 7 isolates (5.1%) were other bacterial species. Strains, which were gas-positive in lactose broth but gas-negative in Kligler Iron Agar were *Ent. intermedium, Ser. liquefaciens, Ser. marcescenes and Salmonella arizoae.* Strains, which were H2S production were also *Kleb. pneumoniae, Kleb. oxytoca, Kleb. ornithinolytica, Ent. sakazakii, Ent. cloacae, Ser. liquefaciens, Ser. ficaria, Cit. freundii and Sal. arizoae.* In the present study, most of coliform isolated from spring and ground water were *E. coli, Klebsiella spp. and Enterobacter spp.* Since coliform with pink colony in EMB agar was isolated as frequent as coliform with greenish metallic sheen colony, coliform with pink colony should be considered as important colony. Our results suggested that new coliform strains may be emerging on the basis of biochemical and microbiological testes.

Key words □ Coliform, Spring water, Ground water

대장균군이란 그람음성 무아포간균으로 lactose를 분해하여 가스를 생산하는 모든 호기성 또는 통성혐기성균을 말한다.[1] 대장균군에 속하는 세균 중에서 *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae*는 분변 유래균이지만, *Enterobacter aerogenes, Ent. cloacae*는 분변 및 자연계에 모두 존재하는 중간형이고, *Erwinia carotovora, Citrobacter freundii*는 식물, 토양, 물등에서 유래하는 자연환경형 균이다.[1] 또한 많은 Aeromonas 속균이 lactose를 분해하여 산을 생성한다.[1] 대장균군에는 분변에서는 거의 발견되지 않고, 상대적으로 양질의 먹는 물에서 증식할 수 있는 종들 또한 포함되어 있는데, 이에는 *Serratia fronticola, Rahnella agnatilis, Buttiauxella agrestis*등이 있고, Serratia와 Yersinia 중 몇몇 유당 발효종들은 오염되지 않은 물이나 토양에서도 발견된다.[2] 한편 Aerobacter나 Pseudomonas를 오염지표세균으로서의 대장균군에 포함시켜야 한다는 의견도 있고[3], *Aer. hydrophila, Acinetobacter spp, Pseudomonas spp.* 등에 의해 대장균군 측정 결과가 많은 오류를 범할 수 있다는 보고들이 있으며[4], *Flavobacterium spp., Vibrio spp.* 등 oxidase 양성균들도 lactose 배지에서 대장균군으로 간주된다고 보고하고 있다[4]. Katsunori등[5]은 *Kleb. pneumoniae, Kleb. oxytoca, Ent. cloacae,Ent. sakasakii, Ent. intermedium, Ser. liquefaciens, Cit. freundii, Cit. amalonaticus, Kluyvera cryocrescens, Kluy. ascorbata, Escherichia adecarboxylata* 등을 대장균군으로 보고하였다. 본 실험에서는 먹는 물의 오염지표세균인 대장균군 검사에서 양성으로 판명된 대장균군의 균종별 분포를 조사함으로써 위생세균학

†Author to whom correspondence should be addressed.

적 의미를 조사하였다.

재료 및 방법

시험 검체

1997년 6-7월에 서울시 보건환경 연구원에 의뢰된 먹는 물 시험 중 대장균군 정성 시험에서 양성으로 판명되어 분리한 136균주를 대상으로 균 분리 동정을 시도하였다. 이 가운데 112주는 옹달샘(spring water)에서, 24주는 지하수(ground water)에서 분리하였다.

시험방법

Standard methods for the examination of water and waste water[6], Edward and Ewing's Identification of enterobacteriaceae[7], Bergey's manual of systemic bacteriology[8]등을 참고하여 균을 배양하고, 분리 동정하였다.

대장균군 검사 – Lactose broth 〔Digestive Ferments Company(=Difco), USA〕 10ml에 검체 1 ml를 접종한 후 36°C, 48시간 배양하여, Duhram tube에 가스가 발생한 검체는 BGLB(Brilliant Green Lactose broth, Difco)에서 36°C, 48시간 다시 배양하여 확인 후, 동일 결과가 나타난 검체에 한해 EMB(Eosin Methylene Blue, Difco, USA) agar에서 lactose를 분해한 집락을 선택하여, Tryptic soy agar(Difco, USA)에서 순수 분리 후, Gram staining을 실시 단간균을 확인함으로 대장균군을 확인하였다.

균종 확인 동정 시험 – EMB agar에서 대장균군으로 확인된 분리 균주들은 Brain Heart Infusion(=BHI) agar에 접종, 36°C 배양기에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락을 확인하여 IMViC test로 *E. coli*를 동정 확인하고, 나머지 균주들은 API 20E kit(BioMerieux, France)와 tube method에 의한 생화학적 검사를 함께 병행하면서 균종을 확인하여 동정하였으며, 각 균주들은 -70°C에서 냉동 보관하면서 사용하였다.

결과 및 고찰

대장균군 분리 동정 결과

대장균군 시험에서 양성으로 판명되어 분리한 세균 136주를 대상으로 균 분리 동정 결과 총 23균종이 동정 확인되었으며, 1주는 확인할 수 없는 미확인 균주였다(Table 1).

이 가운데 Escherichia 속균이 39주(28.6%)로 가장 많았으며, Klebsiella 속균이 32주(23.5%), Enterobacter 속균이 30주(22.1%), Serratia 속균이 19주(14.0%), Citrobacter 속균이 6주(4.4%), Kluyvera 속균이 4주(3.0%) 그리고 기타 6주(4.4%)로 각각 나타났다.

Table 1. Classification data of coliform isolated from spring water and ground water

Strain	No. of Isolates	(%)	No. of genus	(%)
E. coli	38	(27.9)	39	(28.6)
Es. adecarboxylata	1	(0.7)		
Kleb. pneumoniae	12	(8.8)		
Kleb. oxytoca	12	(8.8)	32	(23.5)
Kleb. ornithinolytica	8	(5.9)		
Ent. sakazakii	16	(11.8)		
Ent. cloacae	7	(5.1)		
Ent. agglomerans	2	(1.6)		
Ent. intermedium	2	(1.6)	30	(22.1)
Ent. aerogenes	1	(0.7)		
Ent. gergoviae	1	(0.7)		
Ent. amnigenus	1	(0.7)		
Ser. liquefaciens	6	(4.4)		
Ser. odorifera	6	(4.4)		
Ser. marcescenes	5	(3.7)	19	(14.0)
Ser. ficaria	1	(0.7)		
Ser. fonticola	1	(0.7)		
Cit. freundii	5	(3.7)	6	(4.4)
Cit. diversus	1	(0.7)		
Kluyvera spp.	4	(3.0)	4	(3.0)
Sal. arizoae	3	(2.3)		
Ps. aeruginosa	1	(0.7)	5	(3.7)
Erwinia nigrifluens	1	(0.7)		
Unclassified	1	(0.7)	1	(0.7)
Total	136	100	136	100

균종별로 살펴보면 *E. coli* 38주(27.9%), *Kleb. pneumoniae* 12주(8.8%), *Kleb. oxytoca* 12주(8.8%), *Kleb. ornithinolytica* 8주(5.9%), *Ent. sakazakii* 16주(11.8%), *Ent. cloacae* 7주(5.1%), *Ent. agglomerans* 2주(1.6%), *Ent. intermedium* 2주(1.6%), *Ent. aerogenes* 1주(0.7%), *Ent. gergoviae* 1주(0.7%), *Ent. amnigenus* 1주(0.7%), *Ser. liquefaciens* 6주(4.4%), *Ser. odorifera* 6주(4.4%), *Ser. marcescenes* 5주(3.7%), *Ser. ficaria* 1주(0.7%), *Ser. fonticola* 1주(0.7%), *Cit. freundii* 5주(3.7%), *Cit. diversus* 1주(0.7%), *Kluyvera* 속균이 4주(3.0%), *Salmonella arizoae* 3주(2.3%), *Ps. aeruginosa* 1주(0.7%), *Es. adecarboxylata* 1주(0.7%), *Erwinia nigrifluens* 1주(0.7%) 그리고 미확인 1주(0.7%)였다.

이는 Katsunori등[5]이 1986년 비상급수(drinking tank water)에서 *Kleb. pneumoniae* 26주, *Kleb. oxytoca* 11주, *Klebsiella. spp.* 2주, *Ent. sakazakii* 1주, *Ent. cloacae* 15주, *Ent. intermedium* 7주, *Ser. liquefaciens* 9주, *Cit. freundii* 1주, *Cit. amalonaticus* 1주, *Kluy. cryocrescens* 2주, *Kluy.*

ascorbata 1주 그리고 *Es. adecarboxylata* 1주로 보고한 77주와는 약간의 차이를 보였는데, 특히 이 가운데 *E. coli, Ent. sakazakii, Ser. odorifera* 그리고 *Ser. marcescenes*에서 큰 차이를 보였고, *Sal. arizoae* 3주와 *Ps. aeruginosa* 1주가 EMB 양성 균주에서 분리된 것 또한 특징적이었다.

이는 *Aer. hydrophila, Acinetobacter* 속균과 *Pseudomonas* 속균이 대장균군 측정 결과에 오류를 범할 수 있다는 보고들[1,4]과 일치하였으며, 또한 총 대장균군수의 대부분이 *E. coli*가 아닌 분변 오염과 실제 연관이 없는 곳에서도 많이 검출되는 *Kleb. oxytoca, Ent. cloacae, Cit. freundii* 등의 검출로 인해 실제보다 더 나쁘게 평가될 수 있다는 보고[4]와도 일치했다.

분리균의 집락형태 관찰 결과

각 균종별 균주들의 집락 형태를 BHI agar, EMB agar에서 각각 살펴본 결과 Table 2와 같았다. BHI agar에서는 시험균주 136주 가운데 *Kleb. pneumoniae* 1주에서 점액성 집락(mucoid colony)를 나타낸 것 외에는 135주 모두 smooth colony으며, EMB agar에서는 각 균주별로 다양한 모습을 보였다.

*E. coli*에서는 81.1%가 녹색 금속성 광택, 10.8%에서 자주색, 8.1%에서 진한 분홍색을 나타내었고, 모두 smooth colony였다.

*Kleb. pneumoniae*에서는 27.3%가 녹색 금속성 광택, 72.7%가 분홍색을 나타내었고, 90.9%가 점액성, 9.1%가 smooth colony였으며, *Kleb. oxytoca*에서는 53.8%가 분홍색, 46.2%가 녹색 금속성 광택을 나타내었고, 69.2%가 점액성이었으며, *Kleb. ornithinolytica*에서는 50.0%가 녹색 금속성 광택, 37.5%가 분홍색, 12.5%가 자주색을 나타내었고, 70.5%가 점액성을 보였다.

*Ent. sakazakii*에서는 31.3%가 녹색 금속성 광택, 68.7%가 분홍색을 나타내었고, 81.3%가 점액성, 18.7%가 smooth colony였으며, Ent. cloacae에서는 100%가 분홍색을 나타내었고, 50.0%가 점액성, 50.0%가 smooth colony였으며,

Table 2. Properties of colony in coliform cultured on EMB agar

Strain	Color			Shape		
	Green Metallic Sheen	Pink	Violet	Smooth	Mucoid	Rough
E. coli(38)	81.1	8.1	10.8	100	0	
Es. adecarboxylata(1)	100			100		
Kleb. pneumoniae(12)	27.3	72.7	0	9.1	90.9	
Kleb. oxytoca(12)	46.2	53.8	0		69.2	
Kleb. ornithinolytica(8)	50.0	37.5	12.5		70.5	
Ent. sakazakii(16)	31.3	68.7		18.7	81.3	
Ent. cloacae(7)		100		50.0	50.0	
Ent. agglomerans(2)	100			100		
Ent. intermedium(2)	100			100		
Ent. aerogenes(1)		100		100		
Ent. gergoviae(1)		100	100			
Ent. amnigenus(1)		100		100		
Ser. liquefaciens(6)	16.7	83.3		83.3	16.7	
Ser. odorifera(6)	80.0	20.0		100		
Ser. marcescenes(5)		100		100		
Ser. ficaria(1)	100		100			
Ser. fonticola(1)	100			100		
Cit. freundii(5)	80.0	20.0		100		
Cit. diversus(1)		100		100		
Kluyvera spp.(4)	80.0	20.0		100		
Sal. arizoae(3)	33.3	66.7		100		
Ps. aeruginosa(1)		100				100
Erwinia nigrifluens(1)		100			100	
Unknown(1)		100		100		
Total	50.7%	44.2%	5.1%	64.7%	4.6%	0.7%
		100			100	

*Number is percentage(%)
*( ) is the number of isolates

Ent. agglomerans와 Ent. intermedium 에서는 100%가 녹색 금속성 광택 점액성을, *Ent. aerogenes*는 분홍색, *Ent. gergoviae*는 자주색, *Ent. amnigenus*는 분홍색을 각각 보였고, 3균종 모두 smooth colony였다.

*Ser. liquefaciens*에서는 16.7% 녹색 금속성 광택, 83.3% 분홍색을 나타내었고, 83.3% smooth colony였으며, *Ser. odorifera*에서는 80.0% 녹색 금속성 광택, 20.0% 분홍색을 나타내었고, 모두 smooth colony였으며, *Ser. marcescenes* 에서는 100% 분홍색을 나타내었고, 모두 smooth colony였으며, *Ser. ficaria*와 *Ser. fonticola*에서는 100% 녹색 금속성 광택 smooth colony였다.

Kluyvera 속균에서는 80.0% 녹색 금속성 광택, 20.0% 분홍색을 나타내었고, 100% smooth colony였다.

*Cit. freundii*에서도 80.0% 녹색 금속성 광택, 20.0% 분홍색을 나타내었고, 100% smooth colony였으며, *Cit. diversus*에서는 100% 자주색 smooth colony였다.

이 외 *Sal. arizoae*로 분리된 균은 33.3%가 녹색 금속성 광택, 66.7%가 분홍색을 나타내었고, 100% smooth colony였으며, *Ps. aeruginosa*로 동정된 균도 분홍색 rough colony였다. *Es. adecarboxylata*는 녹색 금속성 광택을 나타내는 smooth colony였는데, *Erwinia nigrifluens*는 분홍색 점액성 집락이었다.

이상의 집락 형태 관찰 결과, 분리한 대장균군의 50.7%가 녹색금속성 광택을 보였고, 44.2%가 분홍색을, 5.1%가 자주색을 보여서 Difco manual[9]에서 설명하는 결과와 차이가 있었고, EMB agar 배지상에서 대장균군 확인시 분홍색 집락이 녹색금속성 광택 못지 않게 중요한 것으로 드러났다.

또한, 섬모(pili)가 많은 특징을 갖는 세균인 *Klebsiella spp*[10]가 점액성 집락을 나타냈고, *Ent. sakasakii, Ent. cloacae, Ent.agglomerans, Ent. intermedium, Ser. liquefaciens*그리고 *Erw. nigrifluens*에서도 점액성 집락이 특징적이

Table 3. Biochemical properties of coliform isolated from spring water and ground water

Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total
Gas(KIA)	100	100	100	100	100	100	100	50.0	100	100	100	66.7	100	66.7	100	100	100	100	100	66.7	0	100	100	90.4
Methyl Red	100	63.6	76.9	100	50.0	33.3	50.0	100	0															
100	0	33.3	20.0	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	69.9										
ONPG	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	98.2
Arginine	30.7	9.1	7.7	50	93.7	83.3	0	0	50.0	0	100	16.7	40.0	16.7	0	0	20.0	20.0	100	66.7	100	0	0	37.5
Lysine	92.3	90.9	100	87.5	31.3	33.4	0	0	100	100	0	66.7	100	100	100	0	60.0	0	0	66.7	0	0	0	65.2
Ornithine	92.3	0	0	100	93.7	83.3	0	100	100	100	100	83.3	80.0	100	0	100	100	20.0	100	100	0	0	0	64.3
Citrate	0	72.7	92.3	100	93.7	83.3	100	0	100	0	0	100	100	83.3	100	100	80.0	40.0	100	66.7	100	0	0	71.4
H2S	0	18.2	23.1	87.5	18.8	16.7	0	0	0	0	0	16.7	0	0	100	0	0	100	0	100	0	0	0	23.2
Urease	0	54.5	76.9	25.0	18.8	0	0	0	0	0	0	16.7	0	83.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.1
Phenylalanine	0	0	7.7	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7
Indole	100	0	100	100	50.0	0	100	0	0	0	0	0	80.0	16.7	0	0	100	40.0	100	0	0	100	0	52.7
VP	0	72.7	92.3	100	62.5	83.3	50.0	0	100	100	100	66.7	80.0	83.3	0	0	0	0	0	0	0	0	100	55.4
Gelatine	0	0	7.7	0	62.5	16.7	0	0	0	0	0	83.3	100	100	100	0	0	40.0	0	66.7	100	0	100	32.1
Glucose	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mannitol	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	98.2
Inositol	0	100	100	100	81.3	16.7	50.0	0	100	0	0	66.	80.0	100	0	100	0	20.0	0	0	0	0	0	58.0
Sorbitol	100	100	100	100	87.5	83.3	100	100	100	0	100	100	100	83.3	100	100	60.0	100	0	100	0	0	100	91.1
Rhamnose	92.3	100	100	100	100	83.3	100	100	100	100	100	16.7	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	90.2
Sucrose	61.5	100	100	100	100	100	100	100	50.0	100	0	100	80.0	83.3	100	100	80.0	60.0	0	0	0	100	100	83.9
Melibiose	84.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	27.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.5
Amygdaline	0	100	100	100	93.8	100	100	100	100	100	100	100	80.0	83.3	100	100	80.0	60.0	100	66.7	0	100	100	80.4
Arabinose	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	16.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95.5
Oxidase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	00	0.9	

1. *Escherichia coli* 2. *Klebsiella pneuno. ssp pneumoniae* 3. *Klebsiella oxytoca* 4. *Klebsiella ornithinolytica* 5. *Enterobacter sakazakii* 6. *E. nterobacter cloacae* 7. *Enterobacter agglomerans* 8. *Enterobacter intermedium* 9. *Enterobacter aerogenes* 10. *Enterobacter gergoviae* 11. *Enterobacter amnigenus* 12. *Serratia liquefaciens* 13. *Serratia odorifera* 14. *Serratia marcescenes* 15. *Serratia ficaria* 16. *Serratia fonticola* 17. *Kluyvera spp.* 18. *Citrobacter freundii* 19. *Citrobacter diversus* 20. *Salmonella arizoae* 21. *Pseudomonas aeruginosa* 22. *Escherichia adecarboxylata* 23. *Erwinia nigrifluens*

*KIA=Kligler Iron Agar, ONPG=O-nitrophenyl-β-galatoside, VP=Voges Proskauer

었다.

한편, *Ps. aeruginosas*는 rough colony를 나타내어 대장균군 정성 시험시 EMB agar상에서의 rough colony는 양성 결과에서 제외시키는 것이 좋을 것으로 사료된다.

분리균의 균종별 생화학적 시험 결과

23종류의 균종별 분리주에 대한 생화학적 시험결과는 Table 3과 같았다.

Lactose broth에서는 가스를 생성하였으나 Kligler Iron Agar(=KIA, Difco)에서는 가스를 생성 않은 균종은 *Ent. intermedium, Ser. liquefaciens, Ser. marcescenes* 그리고 *Sal. arizoae*이었고, H2S를 생성한 균종은 *Kleb. pneumoniae, Kleb. oxytoca, Kleb. ornithinolytica, Ent. sakazakii, Ent. cloacae, Ser. liquefaciens, Ser. ficaria, Cit. freundii* 그리고 *Sal. arizoae*이었다.

136주 가운데 미확인된 1주를 제외한 135주에 대한 생화학 시험 결과 gas-KIA(90.4%), ONPG(98.2%), Glucose (100%), Mannitol(98.2%), Sorbitol(91.1%), Rhamnose (90.2%), Sucrose(83.9%), Melibiose95.5%), Amygdaline (80.4%), Arabinose95.5%) 등이 높은 양성률을 보였으나, Phenylalanine(2.7%), Oxidase(0.9%)등의 양성률은 매우 낮았다.

Edward와 Ewing[7]의 결과와 비교해 보면, 전반적으로 결과들이 일치하였으나 일부 다른 것들을 살펴보면 다음과 같았다.

*Kleb. pneumoniae*에서 Methyl Red(=MR) 63.6%, *Kleb. oxytoca*에서 MR 76.9%, Gelatine 7.7%이었으나, Edward 등[7]은 *Kleb. pneumoniae*에서 MR 11.3%, *Kleb. oxytoca* 에서 MR 33.0%, Gelatine 64.0%이었다.

*Ent. sakazakii*에서 MR 50.0%, Lysine 31.3%, Gelatine 62.5%, Sorbitol 87.5%, *Ent. cloacae*에서 MR 33.3%, Urease 0.0%, *Ent. agglomerans*에서 Indole 100%, *Ent. aerogenes*에서 Arginine 50.0%, Sucrose 50.0%, *Ent. gergoviae*에서 MR 100%, *Ent. amnigenus*에서 Arginine 100%, Citrate 0.0%, Sorbitol 100%, Sucrose 0%,등이었으나, Edward등[7]은 *Ent. sakazakii*에서 MR 3.0%, Lysine 91.0%, Gelatine 0.0%, Sorbitol 0.0%, *Ent. cloacae*에서 MR 3.3%, Urease 74.6%, *Ent. agglomerans*에서 Indole 37.2%, *Ent. aerogenes*에서 Arginine 0.0%, Sucrose 92.2%, *Ent. gergoviae*에서 MR 27.0%, *Ent. amnigenus*에서 Arginine 22.0%, Citrate 100%, Sorbitol 46%, Sucrose 64% 등으로 각각 보고하였다.

또한, *Ser. liquefaciens*에서 MR 33.3%, *Ser. odorifera* 에서 gas-KIA 100%, MR 20.0%, Ornithine 80%, *Ser. marcescenes*에서 Urease 83.3%, Phenylalanine 16.7%, *Ser. ficaria*에서 gas-KIA 100%, MR 100%, Lysine 100%, VP 0.0%, Ser. fonticola에서 Lysine 0.0%, Inositol 100%, Rhamnose 100%, Amygdaline 100%등이었으나, Edward 등[7]은, *Ser. liquefaciens*에서 MR 64.2%, *Ser. odorifera*에서 gas-KIA 0.0%, MR 100%, Ornithine 0.0%, *Ser. marcescenes*에서 Urease 39.7%, Phenylalanine 0.0%, *Ser. ficaria*에서 gas-KIA 0.0%, MR 14.0%, Lysine 0%, VP 79.0%, *Ser. fonticola*에서 Lysine 100%, Inositol 0.0%, Rhamnose 0.0%, Amygdaline 0.0%등이었다.

*Cit. freundii*에서 Citrate 40.0%, Sucrose 60.0%, *Cit. diversus*에서 Urease 0.0%, Sorbitol 0.0%이었으나, Edward 등[7]은 Cit. freundii에서 Citrate 88.1%, Sucrose 16.8%, *Cit. diversus*에서 Urease 85.8%, Sorbitol 98.2%이었다.

*Erwinia nigrifluens*에서 VP 100%, Sorbitol 100%등이었으나, Edward등[7]은 *Erwinia nigrifluens*에서 VP 22.9%, Sorbitol 2.8%등으로 보고하였다.

이상의 결과 lactose broth에서의 가스생성 유무가 KIA agar에서의 가스생성 유뮤와 다른 결과를 보임이 나타났다. 또한, *E. coli, Es. adecarboxylata, Kleb. ornithinolytica, Ent. intermedium, Sal. arizoae, Ps. aeruginosa* 그리고 *Erwinia nigrifluens*에서는 Edward등[7]과 일치하였으나 *Kleb. pneumoniae, Kleb. oxytoca, Ent. sakazakii, Ent. cloacae, Ent. agglomerans, Ent. aerogenes, Ent. gergoviae, Ent. amnigenus, Ser. liquefaciens, Ser. odorifera, Ser. marcescenes, Ser. ficaria, Ser. fonticola, Cit. freundii, Cit. diversus* 그리고 *Erwinia nigrifluens*에서는 다른 생확학적 결과들이 많이 나타나 새로운 형태의 대장균군의 출현 가능성이 있을 것으로 사료된다.

국문요약

세균오염지표인 대장균군의 균종별 분포를 조사함으로써 세균학적 의미를 조사하고자 본 실험을 실시하였다. 1997년 6-7월에 서울시 보건환경 연구원에 의뢰된 웅달샘 시료와 지하수 시료를 실험에 사용하였고, 웅달샘 유래 대장균군 112주와 지하수 유래 대장균군 24주를 IMViC test와 API 20E kit(BioMeriux)를 사용하여 균 분리 동정한

후 합계 136균주를 대상으로 실험했다. 대장균군을 분리 동정한 결과 23균종이 분리되었으며, 균종별로는 *Escherichia* 속균 39주(28.6%), *Klebsiella* 속균 32주(23.5%), *Enterobacter* 속균 30주(22.1%), *Serratia* 속균 19주(14.0%), *Citrobacter* 속균 6주(4.4%), *Kluyvera* 속균 4주(3.0%) 그리고 기타 6주(4.4%)로 나타났다. 분리 균주들의 EMB agar상의 집락 색상은 녹색 금속 광택 50.7%, 분홍색 44.2%, 자주색 5.1%로 나타났고, 형태는 smooth colony 64.7%, mucoid colony 34.6%, rough colony 0.7%로 각각 나타났다. 생화학적 시험결과 lactose broth에서는 가스를 생성하였으나 KIA에서는 gas를 생성치 않은 균종이 *Ent. intermedium, Ser. liquefaciens, Ser. marcescenes* 그리고 *Sal. arizoae*이었고, H2S를 생성한 대장균군으로는 *Kleb. pneumoniae, Kleb. oxytoca, Kleb. ornithinolytica, Ent. sakazakii, Ent. cloacae, Ser. liquefaciens, Ser. ficaria, Cit. freundii* 그리고 *Sal. arizoae*이었다. 이상의 결과 대장균군 정성시험 양성을 나타내는 대장균군은 대부분이 *E. coli, Klebsiella*속균 그리고 *Enterobacter*속균이었다. 또한 향후 대장균군 정성시험시 EMB agar상에서 녹색 금속성 광택 집락 외에도 분홍색 집락이 주의시되어지며, rough colony는 대장균군 분리에서 제외되는 것이 좋을 것으로 사료된다. 한편, 생화학적 성상 검토 결과 새로운 형태의 대장균군 출현 가능성이 있을 것으로 전망된다.

참고문헌

1. 박석기등: 위생 미생물 시험법 해설, 미래문화, pp 60-72 (1998).
2. 환경부: WHO 먹는 물 수질관리 지침서, 대양, pp 66-67 (1998).
3. 박중현: "수돗물의 미생물학" 의 Chapter 9. 상수처리의 미생물학과 재생 이용수, 상수도기술서적, pp 189-195 (1994).
4. 이영옥: 지표수에서의 대장균군 검출에 관한 비교연구, *Korean J. of Limnology*, **29**, 313-321 (1996).
5. Katsunori furuhata and Atsuhiko matsumoto: Isolation of coliform bacteria from chlorinated drinking tank water, and resistance of isolates for chlorine and heat. *Annual report of tokyo metropolitan Res. Lab. of public health* **37**, 343-348 (1986).
6. Andrew D. E., Lenore S. C. and Arnold E. G.: Standard methods for the examination of water and waste water, 19th Ed., chapter 9, American Public Health Association, Washington, D.C., (1995).
7. William H. E.: Edward and Ewing's Identification of enterobacteriaceae, 4th Ed., Elsevier Science Publishing Co. New York, (1986).
8. Noel, R.K. and John G.H.: Bergey's manual of systemic bacteriology, volume 1, 1st Ed., Williams & Wilkins, Baltimore, 409-498, (1984).
9. Difco Laboratory: Difco manual, 10th Ed., Difco, Detroit, (1984).
10. Edward Alcamo: Fundamentals of Microbiology, The Benjamin/Cumnings Publishing Co., 2nd Ed. pp 231-232, (1987).