

먹는 샘물 基準으로 評價한  
옹달샘물의 衛生細菌學的 調查研究

微生物部 細菌科

卞 信 茲 · 崔 成 玖 · 姜 信 明 · 崔 容 碩

李 榮 基 · 柳 咏 我 · 金 成 元

Study on the Microbial Quality of Spring Water Estimated by  
Mineral Water Standard

*Division of Bacteriology*

Byun Shin Cheol, Choi Sung Min, Kang Shin myung, Choi Yong Suk  
Lee Young Gee, Yoo Young A and Kim Sung Won

= Abstract =

This study was performed to investigate the distribution of psychrophilic bacteria, heterotrophic plate count, coliform, pseudomonas, enterococcus, sulfite reducing spore forming anaerobic bacteria and yersinia in spring water located in seoul area. The results were as follows.

1. Microbiologically reject rate was 20.2% (20/99) for potable water standard, 58.6% (58/99) for mineral water standard and 73.7% (73/99) for primary mineral water standard.
2. There was no significant difference between areas for psychrotrophic bacteria, heterotrophic plate count, coliform and pseudomonas ( $p>0.05$ ), but a great difference between spring sites in the same area.
3. There was a significant correlation between psychrotrophic bacteria and heterotrophic plate count and between pseudomonas and coliform ( $p<0.05$ ).
4. The detection rate of yersinia was 8% but this organism had no significant correlation with other indicator organism ( $p>0.05$ ).
5. The detection rate of sulfite reducing spore forming anaerobic bacteria was 9.1% but enterococcus was not detected at all.

序 論

최근 각종 수질오염 사건이 잇달아 발생하고 소득 수준 향상으로 건강에 대한 관심이 고조되어 각종 음용수 수질에 대한 시민들의 궁금증이 크다. 특히 시민들은 수

돗물에 대한 불신으로 인하여 생수 즉, 먹는 샘물이나 옹달샘물에 대하여 선호도가 높다. 특히 옹달샘물은 먹는 샘물의 원수가 될 수 있는 지하수의 수질을 간접적으로 파악할 수 있으므로 본 연구에서는 먹는 샘물 기준에서 규정한 각 위생 세균 항목을 옹달샘물에 적용하여 각 위생세균의 분포상황과 서로간의 통계적 연관성을 구하여

위생세균학적인 수질을 파악하고 아울러 먹는 샘물 항목에는 포함되어 있지는 않지만 최근 환자의 집단 발생<sup>1)</sup>으로 주목받고 있는 *Yersinia* 속균을 분리함으로서 이균과 위생세균과의 관련성과 그 분포현황을 규명하고자 하였다. 또한 옹달샘물은 수돗물과는 달리 환경에 쉽게 노출되므로 *Yersinia* 속균과 같은 저온세균에 오염될 가능성 이 높아 본 연구를 통하여 이균이 먹는 샘물 기준에 포함될 가능성 내지는 타당성을 검토하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 시험대상 약수

본 실험은 1995년 2월부터 4월까지 서울 근교 4개산에서 총 99개소의 옹달샘물을 대상으로 샘물을 무균병에 채취하고 냉장하여 즉시 실험실로 이동하여 균 분리를 시작하였다. 지역별 검체수는 수락산 15건, 불암산 18건, 북한산 47건, 관악산 19건으로 하였다.

### 2. 시험항목 및 방법

#### 1) 중온세균 및 저온세균 (Standard Plate Count and Psychrotrophic bacteria)

시험 약수 1 ml를 채취하여 멸균 페트리디쉬 3매에 각각 분주하고 10배 단계희석하여 동일하게 분주한 후 중온세균은 plate count agar, 저온세균은 R2A agar을 이용하여 배양하였다. 중온세균은 36°C에서 24시간, 저온세균은 25°C에서 5일간 배양하였다 (Standard method).<sup>2)</sup>

#### 2) 대장균군 (Coliform)

대장균군은 5관법을 이용한 최확수법 (most probable number)에 의해서 측정하였다. 추정시험은 lactose broth에서 36°C, 48시간 배양시 가스를 형성하면 양성으로 판정하였고, 추정시험 양성 검체를 이식하여 36°C, 48시간 배양시 brilliant green lactose bile (BGLB)에서 가스를 생성하면 확정시험 양성으로 하였다. 확정시험 양성 검체는 EMB (Eosin Methylene Blue) 배지를 도말하여 36°C에서 24시간 배양하여 그 성상을 관찰하고 gram 염색과 lactose 분해 가스생성 여부를 다시 확인하여 최종적으로 판단하였다 (Standard method).<sup>2)</sup>

#### 3) 녹농균 (*Pseudomonas aeruginosa*)

시험수를 Asparagine broth에 접종하고 36°C에서

48시간 배양하고 UV램프로 조사시 녹색 형광을 발하면 추정시험 양성으로 하고 아세트아미드배지에 이식했을 때 자홍색을 나타내면 확정시험 양성으로 하였다. 균수는 최확수법으로 측정하였다.<sup>2)</sup>

### 4) 장구균 (*Enterococcus*)

장구균은 KF streptococcus broth에서 황색을 나타내면 이를 Bile esculin azide agar에 접종하고 흑색 침착을 형성하면 확정시험 양성으로 하였다. 균수는 최확수법에 의하여 산정하였다.<sup>2)</sup>

### 5) 아황산환원형기성 포자형성균 (Sulfite reducing sporeforming anaerobes)

검수를 시험판에 넣고 75°C에서 10분간 정치하여 아포형성유무를 검사하고 DRCM배지를 넣어 35°C, 48시간 배양하여 검게 변하면 양성으로 판정하였다.<sup>3)</sup>

### 6) 여시니아균 (*Yersinia*)

검수 1 리터를 여과하여 KOH처리를 한 후 이를 CIN

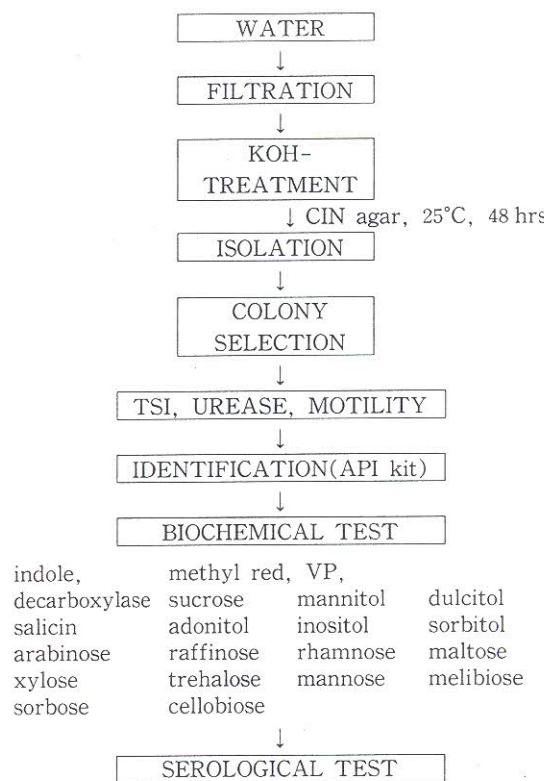


Fig. 1. Isolation and identification for *Yersinia* species isolated from spring water.

배지 위에 놓고 25°C, 48시간 배양 후 의심되는 붉은 집락을 선택하여 TSI, Urease test 등 screening test를 거쳐 API 20 E kit와 생화학 실험, 혈청학적 실험을 통하여 여시니아를 확정하였다. 실험과정은 그림 1에 요약되어 있다.<sup>4),5)</sup>

### 7) 자료처리

자료처리는  $\chi^2$  test 및 Turkey의 HSD test를 사용하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 위생세균의 분포

각 지역별 위생세균의 분포는 표 1과 같았다.

저온 및 중온 일반세균은 Turkey의 HSD test 결과 지역별 차이는 없었다. 이것은 예를 들어 불암산과 북한산의 경우 저온세균의 산술평균이 626.3, 500.4으로서 수락산 58.0에 비해서 월등히 높으나 standard error가 월등히 크기 때문이다. 즉 약수터간 편차가 크다는 것을 의미하며 통계적으로 유의한 차이는 아니다 ( $p>0.05$ ). 중온일반세균은 산술평균이 지역적으로 4.7~132.7 범위를 나타내어 박 등<sup>6)</sup>의 결과 보다 양호하였고 기하평균은 3.1~10.3 범위로 나타나 변<sup>7)</sup>의 결과와 유사하였다. 저온일반세균도 기하평균이 28.4~53.9 범위로 변<sup>7)</sup>의 결과와 유사하였다. 녹농균은 12 (12/99=12%)건이 검출되어 박 등<sup>6)</sup>의 결과 (18.6%) 보다 다소 낮았다. 녹농균의

기하평균은 1.3~2.9 범위로 나타났다. 장구균은 검출되지 않았으며 아황산환원 혐기성포자형성균은 불암산 0 건, 수락산 0건, 북한산 5건, 관악산 4건 등 총 9건 (9/99=9.1%)이 검출되었다.

각 위생세균별 오염정도는 표 4와 같다.

일반세균은 (중온과 저온) 호기성 또는 통성호기성 종속영양세균을 말하며 병원성 세균이거나 분원성 오염의 지표세균은 아니지만 원수의 질, 소독효과나 위생적인 처리 및 관리의 지표가 된다.<sup>3)</sup> 즉 유기물질이 적고 생산 및 유통과정이 적절하면 일반세균은 적게 검출될 것이다. 본 실험에서 중온일반세균이 먹는물 기준을 초과하는 경우는 6.1% (6/99)에 불과하지만 먹는 샘물 원수기준으로는 중온일반세균이 33.3% (73/99), 저온일반세균이 73.7% (73/99)에서 초과 검출되어 옹달샘물이 음용수로는 양호하나 먹는 샘물의 원수로는 대부분이 부적절한 것으로 판단된다.

대장균군과 장구균은 분원성오염의 지표세균으로서 널리 사용되지만 장구균이 분원성 오염을 더 specific하게 지시한다.<sup>8)</sup> 일반적으로 분원성 연쇄상구균의 대부분은 장구균으로 구성되어 있다. 본 실험에서 장구균은 검출되지 않았지만 대장균군은 16.2% (16/99)에서 검출되어 유 등<sup>9)</sup>의 34.0% (51/150)와 비교하면 다소 낮았다. 녹농균은 입원환자, 어린이, 노약자 등에게 약한 감염질환을 일으킬 수 있는 잠재성 병원체이며 유기물질이 적거나 오염되지 않은 수계에서는 검출될 확율이 적으므로 지표세균으로 사용될 수 있다.<sup>3)</sup> 본 실험에서는 12.1% (12/

Table 1. Distribution of indicator organisms.

Region	Item	Arithmetic mean	Geometric mean	Standard error
Bulam mountain	psychrotrophic	626.3	29.5	551.9
	SPC	28.4	4.2	16.7
	coliform	68.2	5.4	29.2
	pseudomonas	30.2	2.9	17.5
Surak mountain	psychrotrophic	58.0	28.4	16.7
	SPC	4.7	3.1	1.6
	coliform	7.2	2.1	3.8
	pseudomonas	44.9	2.9	27.2
Bukhan mountain	psychrotrophic	500.4	53.9	216.0
	SPC	60.1	3.4	45.1
	coliform	5.4	1.4	2.9
	pseudomonas	8.7	1.3	7.7
Gwanak mountain	psychrotrophic	322.5	51.6	157.7
	SPC	132.4	10.3	109.5
	coliform	133.0	2.3	126.0
	pseudomonas	586.8	2.8	578.6

SPC : standard plate count

unit : spc, psychrotrophic bacteria-CFU/ml coliform, pseudomonas-MPN/100 ml

99)에서 검출되어 유 등<sup>8)</sup>의 27.3% 보다 검출율이 낮았다.

아황산 환원 포자형성균의 대표적인 균종은 *Clostridium perfringens*이며 이균은 염소소독 및 가온처리에 저항성이 강하므로 수질오염을 과대평가 할 수 있으나 생수는 장기간 유통되므로 안전성을 높이기 위해서는 유용한 세균으로서<sup>3)</sup> 아직 옹달샘물에서 이 균의 검출자료는 전무하나 본 실험결과 9% (9/99)의 검출율을 보였다.

## 2. 위생세균간 연관성

위생세균간의 연관성은 표 2에 요약되어 있다. 대장균과 녹농균 사이에는 고도의 상관성을 보였고 ( $r=0.96976$ ) 저온 및 중온 일반세균 사이에도 상관관계를 보였으나 ( $r=0.19481$ ) 변<sup>7)</sup>과 박 등<sup>6)</sup>과는 달리 상관관계가 다소 낮았으며 일반세균과 대장균 사이에 상관성이 보이지 않아 기존의 결과와 차이를 보였다.

**Table 2.** Correlationship between indicator organisms.

	SPC	psychrotrophic	coliform	pseudomonas
SPC	1			
psychrotrophic	0.19481*	1		
coliform	-0.00746	0.02348	1	
pseudomonas	-0.00209	-0.01808	0.96976*	1

\*  $p < 0.05$

SPC : standard plate count

## 3. 여시니아균과 위생세균간의 연관성

여시니아균은 저온성세균으로서 11종으로 구성되어 있으나 병원성이 있는 종은 *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* 및 *Y. pestis* 등 3종이다.<sup>4)</sup> 이중에서 물

에서 발견될 수 있는 것은 *Y. enterocolitica*와 *Y. pseudotuberculosis* 2종이나 비병원성 균주가 발견되더라도 오염원의 상재 가능성때문에 병원성 균주로 교대될 수 있어 동일한 주의와 관리를 요한다.<sup>7)</sup> 본 조사에서 여시니아균은 약 8%의 검출률을 보였고 (북한산 6건, 수락산 1건, 불암산 1건) 여시니아균과 위생세균간의  $\chi^2$  test 결과는 표 3과 같다. 즉 중온, 저온 일반세균, 대장균군, 녹농균, 아황산환원형성포자형성균 등의 검출과 여시니아균의 검출은 통계적으로 유의한 상관관계가 없으며 먹는샘물 원수기준의 초과 여부와 여시니아균의 검출여부도 상관관계가 없다. 이것은 여시니아균의 존재여부를 간접적으로 지시할 만한 적당한 지표세균이 현재 먹는 샘물 기준에는 없다는 것을 의미하며 여시니아는 직접 검출할 수 밖에 없음을 보여준다.

**Table 3.** Correlationship between indicator organism and Yersinia.

	$\chi^2$ with the detection of Yersinia
Standard plate count	0.098 ( $p > 0.05$ )
coliform	0.043 ( $p > 0.05$ )
psychrotrophic bacteria	0.069 ( $p > 0.05$ )
pseudomonas	0.282 ( $p > 0.05$ )
sulfite reducing sporeforming anaerobic bact	0.085 ( $p > 0.05$ )

## 4. 먹는물 및 먹는샘물의 미생물 기준에 의한 수질 평가

먹는물 및 먹는 샘물 기준으로 평가할 때 먹는물 기준으로는 20.2%, 먹는 샘물 기준으로는 58.6%, 그리고 먹는 샘물원수 기준에는 73.7%가 부적합한 결과를 보였다(표 4). 먹는 샘물 및 그 원수 기준은 먹는 샘물의 유통기한이 6개월 이상이므로 먹는물 보다 검사 항목이 다양하고 기준이 보다 엄격하며 기준자체도 인체유해성 이

**Table 4.** Reject rate for potable water and mineral water standard.

	SPC	Coliform	Pseudomonas	Enterococcus	SSA	Psychrotrophic	Total
potable water	6/99(6.1)	16/99(16.2)	---	---	---	---	20/99(20.2)
primary mineral water	33/99(33.3)	16/99(16.2)	12/99(12.1)	0/99(0)	9/99(9.1)	61/99(61.6)	73/99(73.7)
mineral water	17/99(17.2)	16/99(16.2)	12/99(12.1)	0/99(0)	9/99(9.1)	37/99(37.4)	58/99(58.6)

SPC : Standard Plate Count.

SSA : Sulfite reducing Sporeforming Anaerobes.

( ) : %

외에 장기간 유통과정을 고려한 측면도 강하므로 이 결과를 가지고 약수물의 미생물학적 오염도를 평가하기는 곤란하다. 그러나 현재의 오염도 수준으로 볼 때 약수터가 이미 상당한 미생물학적인 오염에 노출된 것으로 판단되며 철저한 관리대책이 요망된다 하겠다.

## 結 論

서울 근교 4개산(불암, 수락, 북한, 판악)에 소재한 약수터 99개소를 대상으로 저온, 중온일반세균, 대장균, 녹농균, 장구균, 아황산환원협기성포자형성균 그리고 여시니아균의 오염도를 측정한 결과 다음과 같았다.

1. 99개 약수터의 옹달샘물을 미생물학적인 수질 기준으로 평가했을 때 먹는 물 기준으로는 20.2%, 먹는 샘물 기준으로는 58.6% 그리고 먹는 샘물원수기준으로는 73.7%의 부적합율을 보였다.
2. 일반세균(중온, 저온), 대장균, 녹농균은 지역별로 유의한 차이를 보이지 않았으나 ( $p > 0.05$ ) 같은 지역의 약수터간에는 큰 편차를 보다.
3. 저온일반세균과 중온일반세균간 그리고 녹농균과 대장균과는 유의한 상관관계를 나타냈다 ( $p < 0.05$ ).
4. 여시니아균은 8%의 검출율을 보였으나 검사한 어면 지표세균과도 유의한 연관성을 보이지 않았다

( $p > 0.05$ ).

5. 아황산환원 협기성포자형성균은 9%의 검출율을 보였고 장구균은 검출되지 않았다.

## 參 考 文 獻

1. 백인기, 조종래, 구자욱 : 서울 동북부지역에서 산발적으로 발생한 *Y. pseudotuberculosis* 감염에 대한 연구. 감염학회지, 26:1-7(1994).
2. APHA-AWWA-WPCF : Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed., APHA, Washington, D.C., 9:32-9:38(1989).
3. 먹는 샘물 수질검사, 환경부 환경공무원 교육원(1995).
4. 日本食品衛生協會 : 食品衛生検査指針(微生物偏), 社團法人 日本食品衛生協會, 東京, p.127(1990).
5. F.D.A. : Bacteriological Analytical Manual 6th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, 11.01-11.09(1984).
6. 박석기, 김성원, 이강문, 최성민, 오영희 : 경기지역 목장수의 위생세균학적 분포. 한국환경위생학회지, 19(2):10(1993).
7. 변신철 : 서울 북부지역 옹달샘에서 분리한 여시니아속균에 관한 연구, 서울대 보건대학원 석사논문(1995).
8. 위생미생물시험법, 서울시 보건환경연구원, p.80 (1991).
9. 유병태 외 9명 : 서울시 일원 약수의 위생학적 조사. 서울시 보건환경연구원보, 22:158(1986).