

## 京畿地域 牧場水の 衛生細菌學的 分布

박석기 · 김성원 · 이강문 · 최성민 · 오영희

서울특별시 보건환경연구원

## Bacterial Sanitation of Farm Water in Kyunggi Province

Seog Gee Park, Seong Won Kim, Kang Moon Lee,  
Seong Min Choi and Young Hee Oh  
Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment

### ABSTRACT

Hygienic condition of farm waters has an effect on the hygiene of dairy foods. So we examined Standard Plate Count, coliform, *E. coli*, heat-resistant bacteria, psychrophilic bacteria, *Pseudomonas aeruginosa* and enterococcus for the bacterial sanitation of 78 farm waters in Kyunggi Province. Of the 78 farm waters, the average number of psychrophilic bacteria was  $750 \pm 170/\text{ml}$ , SPC  $440 \pm 130/\text{ml}$ , *Pseudomonas aeruginosa*  $130 \pm 97/100/\text{ml}$ , Coliform  $22 \pm 17/\text{ml}$ , *E. coli*  $10 \pm 6/100/\text{ml}$ , Heat-resistant bacteria  $5 \pm 1/\text{ml}$ , and Enterococcus  $2 \pm 1/100/\text{ml}$ . The percent of over than 1000/ml in SPC and psychrophilic bacteria of 78 farm water was 11.5% and 23.1%, respectively. The rate of over than 10/ml in coliform and heat-resistant bacteria was 12.8% and 15.4%, respectively and the rate of over than 10/100 ml in *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and enterococcus was 8.9%, 33.3%, and 2.6%, respectively. *Pseudomonas aeruginosa* was no significant between any other indicator organisms, and psychrophilic bacteria was significant with only SPC but other indicator organisms were highly significant with each other.

**Keywords** : Sanitary quality, farm water, faecal indicator organism.

## I. 서 론

물은 생명의 근원으로 동물의 생명유지에 없어서는 안되는 성분이며 동물체중의 50~70%를 차지하고 있다. 동물체의 수분함량이 10% 감소하면 세포 기능에 장애를 일으키고 20~22%가 감소하면 죽게 된다.<sup>1)</sup>

이와 같이 가축사육에서 물의 중요성은 절대적이며, 가축의 위생상태는 가축 음용수의 위생상태와 밀접한 관계가 있다는 것은 두말할 필요가 없다. 특히 가축 음용수와 착유시 유방세척수의 각종 위생세균에 대한 오염정도는 가축의 건강과 우유위생에 직결되는 것이기 때문에 매우 중요하다. 특히 이들 가축의 배설물은 사육농가의 영세성으로 거의 처리되지 않고 방류되며, 대부분의 목장수가 방목장보다 낮은 지역에서 채수되므로 목장수가 오염될 가능성이 매우 높다.<sup>2)</sup> 또한 최근 외국 농축산물이

자유개방 될 현상에서 국내 축산품의 품질을 높여 외국 축산물과의 경쟁력을 증강시키고 국내 축산가의 자생력을 높이는 한편 국민 건강도 크게 높이기 위해서는 가축위생이 매우 중요하다.

본 실험에서는 경기도 양평군, 광주군, 화성군의 목장에서 가축위생에서 중요한 역할을 하는 가축 음용수와 각종 처리수로 사용하는 지하수에 대하여 위생세균학적 상태를 조사하고 이들 위생세균간의 상관관계를 조사함으로써 가축위생에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 조사대상 지역 및 시험수

서울근교 경기도 지역 중 우목장이 산재하여 있는 양평군, 하남시, 화성군의 목장중 사육두수가 10~30두인 목장 78개소를 임의 선정하였다. 화성군 I 지

**Table 1.** Distribution of SPC in farm waters of Kyunggi province

SPC/ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	640± 320	170± 67	230± 130	670± 340	440± 130
Less than 100	12*	13	14	11	50(64.0)
101~1000	4	4	4	7	19(24.4)
1001~5000	4		2	1	7( 9.0)
Over than 5000	1			1	2( 2.5)

\*Number of samples tested.

**Table 2.** Distribution of coliform in farm waters

Coliform/ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	65± 61	15± 9	6± 5	0	22± 17
0	13	9	15	20	57(73.1)
1~10	5	3	3		11(14.1)
11~100	2	4	2		8(10.3)
Over than 100	1	1			2( 2.5)

역은 화성군 매송면 지역이며, 화성군 II 지역은 화성군 봉담면 지역이다.

각 목장에서 소의 음용수 및 목장용수로 사용하는 지하수 1l를 무균병에 채취하고 시험수로 사용하였다.

## 2. 실험방법

본 실험에서 사용한 방법은 APHA-AWWA-WPCF의 Standard Method(1989),<sup>3)</sup> 일본위생시험주해(1990),<sup>4)</sup> 보사부 공중위생시험법 음용수의 수질기준 등에 관한 규칙(1991. 7. 4)<sup>5)</sup> 및 박 등<sup>6)</sup>에 의하여 일반세균수, 대장균군, 장구균, 대장균, *Pseudomonas aeruginosa*, 내열성 세균 및 저온세균을 실험하였다.

## 3. 통계처리

시험한 목장수의 위생세균학적 시험성적은 Eco-soft사의 Microstat 프로그램으로 통계처리하였다.

# III. 결 과

경기도 양평군, 하남시 및 화성군 지역에 산재하여 있는 78개 목장의 가축용수에 대하여 위생세균학적 검사성적은 다음과 같았다.

## 1. 일반세균수

목장수의 일반세균수에 대한 검사성적은 Table 1과 같았다. 즉 78개 목장수의 일반세균수는 평균 440± 130/ml이었으며, 지역별로는 화성군 II 지역이 670± 340/ml로 가장 높았으며, 양평군 640± 320/ml, 화성군 I 230± 130/ml, 광주군 170± 67/ml순이었다. 한편 일반세균수의 분포는 78개 목장수 중 50개소(64.0%)가 100 이하/ml이었으며, 1~1000/ml인 곳이 19개소(24.4%), 1001~5000/ml인 곳이 7개소(9.0%) 그리고 5000 이상/ml인 곳이 2개소(2.5%)이었다.

## 2. 대장균군

목장수의 대장균군에 대한 검사성적은 Table 2와 같았다. 즉 78개 목장수의 평균 대장균군수는 평균 22± 17/ml이었으며, 지역별로는 양평군이 65± 61/ml로 가장 높았으며, 광주군 15± 9/ml, 화성군 I 6± 5/ml, 그리고 화성군 II 지역에서는 검출되지 않았다. 한편 57개 목장수(73.1%)에서 대장균군이 검출되지 않았으며, 1~100/ml인 곳이 11곳(14.1%), 11~100/ml인 곳이 8곳(10.3%) 그리고 100 이상/ml인 곳이 2개소(2.5%)이었다.

## 3. 대장균

목장수의 대장균에 대한 검사성적은 Table 3과 같았다. 78개 목장수의 평균 대장균수는 10± 6/100 ml이었으며, 지역별로는 광주군이 28± 23/100 ml로

**Table 3.** Distribution of *Escherichia coli* in farm waters

<i>E. coli</i> /100 ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	15± 10	28± 23	1± 1	0	10± 6
0	13	10	19	20	62(79.5)
1~10	4	4	1		9(11.5)
11~100	3	2			5( 6.4)
Over than 100	1	1			2( 2.5)

**Table 4.** Distribution of heat-resistant bacteria in farm waters

HR/ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	12± 4	5± 2	1± 1	2± 2	5± 1
0	5	10	14	18	47(60.3)
1~10	9	3	6	1	19(24.4)
11~100	6	4		1	11(14.1)
Over than 100	1				1( 1.3)

HR : heat resistant bacteria.

**Table 5.** Distribution of Psychrophilic bacteria in farm waters

PS/ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	500± 180	340± 140	800± 220	1300± 550	750± 170
Less than 100	9	7	7	8	31(39.7)
101~1000	7	9	6	7	29(37.2)
1001~5000	5	1	7	3	16(20.5)
Over than 5000					2( 2.6)

가장 높았으며, 양평균 53± 47/100 ml, 화성군 I 지역 1± 1/100 ml이었으며, 화성군 II 지역은 대장균이 하나도 검출되지 않았다. 군량의 분포도는 62개 목장수(79.5%)에서는 대장균이 하나도 검출되지 않았으며, 1~10/100 ml인 곳이 9곳(11.5%), 11~100/100 ml인 곳이 5곳(6.4%), 100 이상/100 ml인 곳이 2곳(2.5%)이었다.

#### 4. 내열성세균

목장수의 내열성세균에 대한 검사성적은 Table 4와 같았다. 78개 목장수의 평균 내열성세균수는 5± 1/ml이었으며, 지역별로는 양평균이 12± 4/ml, 광주군 5± 2/ml, 화성군 II 지역 2± 2/ml, 화성군 I 지역 1± 1/ml이었다. 한편 47개 목장수(60.3%)에서 내열성세균이 검출되지 않았으며, 1~10/ml인 곳이

19곳(24.4%), 11~100/ml인 곳이 11곳(14.1%), 100 이상/ml인 곳이 1곳(1.3%)이었다.

#### 5. 저온세균

목장수의 저온세균에 대한 검사성적은 Table 5와 같다. 78개 목장수의 평균 저온세균수는 750± 170/ml이었으며, 화성군 II 지역이 1300± 550/ml로 가장 높았으며, 양평균 500± 180/ml, 화성군 I 지역 800± 220/ml, 광주군 340± 140/ml이었다. 저온세균 분포는 100 이하/ml인 곳이 31곳(39.7%)이었으며, 101~1000/ml 29곳(37.2%), 1001~5000/ml 16곳(20.5%), 5000 이상/ml이 2곳(2.6%)이었다.

#### 6. *Pseudomonas aeruginosa*

목장수의 *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 검사

**Table 6.** Distribution of *Pseudomonas aeruginosa* in farm waters

PA/100 ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	61± 20	36± 25	11± 5	390± 380	130± 97
0	11	12	15	14	52(66.7)
1~10					
11~100	6	4	5	5	20(25.6)
Over than 100	4	1		1	6( 7.7)

P.A. : *Pseudomonas aeruginosa*.

**Table 7.** Distribution of Enterococcus in farm waters

Enterococcus/100 ml	Regions (gun)				Total (%)
	Yangpyung	Kwangju	Hwasung I	Hwasung II	
Mean± S.E.	7± 5	0	0	0	2± 1
0	19	17	19	20	75(96.1)
1~10			1		1( 1.3)
11~100	2				2( 2.6)
Over than 100					

**Table 8.** Correlationship matrix between each items in farm waters

	SPC	Coliform	<i>E. coli</i>	HR	Psychrophilic	<i>P.aeruginosa</i>
Coliform	0.624**					
<i>E. coli</i>	0.289**	0.447**				
HR	0.439**	0.755**	0.513**			
Psychrophilic	0.627**	0.102	0.037	0.015		
<i>P. aeruginosa</i>	0.004	0.007	0.001	-0.003	-0.028	
Enterococcus	0.375**	0.498**	0.204**	0.385**	0.082	-0.002

\*\*p<0.01

성적은 Table 6과 같다. 78개 목장수의 평균 *Pseudomonas aeruginosa* 수는 130± 97/100 ml이었으며, 지역별로는 화성군 II 지역이 390± 380/100 ml로 가장 높았으며, 양평군 61± 20/100 ml, 광주군 36± 25/100 ml 그리고 화성군 I 지역 11± 5/100 ml 순이었다. 한편 군 분포는 52곳(66.7%)에서 하나도 검출되지 않았으며, 11~100/100 ml인 곳이 20(25.6%), 100 이상/100 ml 6곳(7.7%)이었다.

### 7. 장구균

목장수의 장구균에 대한 검사성적은 Table 7과 같다. 즉 78개 목장수의 평균 장구균수는 2± 1/100 ml이었으며, 지역적으로 양평군이 7± 5/100 ml로 검출되었으나 광주군 및 화성군 II 지역에서는 검출되지 않았다. 장구균의 분포를 보면, 양평군에서는

11~100/100 ml인 곳이 2개소(9.5%)이었으며, 화성군 I 지역에서 1~10/100 ml인 곳이 1개소 그 밖의 지역은 검출되지 않았다.

### 8. 위생세균학적 시험간의 상관관계

목장수의 위생세균간의 상관관계는 Table 8과 같다. 대장균군과 내열성세균( $r=0.755$ ), 일반세균수와 저온세균(0.627), 일반세균수와 대장균군(0.624), 대장균과 내열성세균(0.513), 대장균군과 장구균(0.498), 대장균군과 대장균(0.447), 일반세균수와 내열성세균(0.439), 내열성세균과 장구균(0.385), 일반세균수와 장구균(0.375), 일반세균수와 대장균(0.289), 대장균과 장구균(0.204), 사이에 고도의 유의성이 있었으나, *Pseudomonas aeruginosa*와 다른 항목간에는 유의성이 없었다.

#### IV. 고 찰

모든 생물에게 물은 절대적으로 필요한 존재이다. 특히 매일 70~150l을 마시고, 그 외에 축사 청소 및 착유시 유방세척 등 많은 물을 사용하는 유우 목장에서는 지하수를 다량 사용하고 있다.<sup>7,8)</sup> 그러나 지역적인 특성에 따라 지하수의 깊이는 3~50 m까지 매우 다양하다. 또한 대부분 목장 지하수는 위생학적 특성보다는 수량에 초점을 맞추어 방목지보다 낮은 지역에 위치하고 있다. 특히 소는 사람의 30배 이상의 배설물을 배설하지만 현실적으로 처리되지 않은 채 방류되므로 지하수의 오염은 필연적인 것으로 생각된다. 따라서 목장수의 위생세균학적 오염은 가축위생에 밀접한 관계가 있으며, 축산물의 품질에도 영향을 주리라 생각된다.

일반세균수는 목장수에 생존하고 있는 세균 중 plate count agar에서 자라는 균의 총수이다. 즉 일반세균수는 37°C에서 배양될 수 있는 총세균수이기 때문에 모든 세균을 나타내는 것은 아니다. 본 실험에서 평균 일반세균수는 440±130 CFU/ml로서 박 등<sup>6)</sup>의 1000±300 CFU/ml과 장<sup>9)</sup>의 500±320 CFU/ml보다 낮았다. 이것은 박 등과 장의 채취지역과 채취시기가 달랐기 때문인 것으로 생각된다.

분뇨 특히 분변에는 각종 세균과 소화기계 병원균이 상존하므로 분변이 오염되는 것은 위생상 나쁘다. 대장균군은 병원성 세균은 아니지만 오염지표세균으로서 병원성 세균의 존재를 간접적으로 증명할 수 있는 지표균이다.<sup>9)</sup> 본 실험에서 26.9%가 대장균군이 검출되었으며, 평균균수도 22±17 CFU/ml이었다. 이 결과는 박 등<sup>6)</sup>의 31±12 CFU/ml보다 낮았다. 검출율도 박 등<sup>6)</sup>의 40.7%와 장<sup>9)</sup>의 42.3%보다 낮았으며, 서울시내 정호수 48~85%보다 훨씬 낮은 검출율을 보였다. 이 같은 결과는 복장들이 넓은 지역에 산재하여 있어 오염을 덜 받았고, 본 실험의 채수기간이 10월로 박 등의 7~8월보다 기온이 낮았기 때문인 것으로 추측된다.

대장균군에는 자연계에 존재하는 균, 예를 들면 *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumonia* 등은 토양이나 하천수 또는 연안해수에서도 많이 검출되고 있으므로 대장균군의 검출을 곧 분변오염으로 단정하기 어렵다. 따라서 대장균군 중 44.5°C에서 발육이 가능한 대장균군의 발육유무로 분변오염지표를 이용하고 있다.<sup>9)</sup> 본 실험에서 대장균은 20.5%에서 검출되었다. 이것은 장의 7.7%, 박 등의 17.4%보다 높았으나 평균균수는 10±6/100 ml로 박 등의 130±60/100 ml보다 매우 낮았다. 이와 같은 결

과는 좁은 방목장에서 사육하고 배설물을 제때 치우지 않았기 때문에 쉽게 지하수에 오염되는 것으로 생각된다.

내열성세균이란 80°C에서 10분간 가열하였을 때 생존하는 세균을 말하며, 대부분 아포형성균과 진균이다. 이와 같은 내열성세균이 많이 존재하게 되면 우유의 살균에도 커다란 영향을 주기 때문에 매우 중요하다. 본 실험에서 내열성세균이 39.7%에서 검출되었는데 박 등의 38.4%와 비슷하였으며, 평균균수도 유사하였다.

저온세균은 호냉균과 내냉균으로 분류할 수 있다. 호냉균은 최적 발육온도가 20°C 이하에서 발육할 수 있는 세균을 말하며, 내냉균은 최적 발육온도에 관계없이 5°C 이하에서 생존할 수 있는 균을 말한다.<sup>4)</sup> 그러나 본 실험에서는 목장수의 평균 수온이 15~20°C인 것을 감안하여 20°C 72~96시간 배양균을 저온세균으로 정하고, 이 균을 목장수 자체의 위생상태를 표시하는 것으로 정의하였다. 본 실험에서 저온세균은 평균 750±170 ml로 박 등의 1400±530 ml보다 매우 낮았다. 이같은 결과는 지역적인 차이와 계절적인 차이에 의한 것으로 생각된다. 또한 일반세균수와 저온세균 사이에는 고도의 유의성( $r=0.627$ )을 나타내어 저온세균=81+0.48x(일반세균수)의 관계가 있으며, 기온기는 박 등의 기온기 1.35보다 매우 낮았다.

담수, 해수 및 토양에 널리 분포하고 있는 녹농균은 우유에 있어서는 유방염의 원인균일 뿐 아니라 피부 화농을 일으킨다. Bonde는 분변성 오염수에서 내열성 대장균이 증가하면 녹농균의 검출율이 높아진다고 주장하였다.<sup>10)</sup> 본 실험에서 33.3%의 검출율은 박 등<sup>6)</sup>의 18.6%보다 높았으나, 장<sup>9)</sup>의 48.1%보다 낮았다. 또한 평균균수도 130±97/100 ml로 박 등의 290±150/100 ml보다 낮았다. 이것은 지역적인 차이와 계절적인 차이에 의한 것으로 생각된다.

장구균은 대장균군과 마찬가지로 동물 및 사람의 소화관내의 상재하며, 대장균군과 함께 분변의 오염지표 세균으로 널리 이용하고 있다. 비록 장구균이 분변 중에 존재하는 숫자는 적지만, 대장균군보다 외계에서의 증식율이 낮고 생존율이 짧기 때문에 최근 오염을 나타내는 지표이기도 하다. 본 실험에서 3.9%만이 검출되어 박 등<sup>6)</sup>의 17.4%, 장<sup>9)</sup>의 23.1%의 검출율보다 매우 낮았다. 이와 같은 결과는 지역적인 차이와 계절적인 차이에 의한 것으로 생각된다.

각 위생세균간의 상관관계를 비교하면, *Pseudomonas aeruginosa*는 다른 위생세균과 상관관계가 전혀 없었으며, 저온세균도 일반세균과의 상관성

이외에는 상관관계가 없었다. 기타 다른 위생세균 간에는 유의성이 없었으며, 일반세균수는 *Pseudomonas aeruginosa*를 제외한 다른 위생세균간에 고도의 유의성이 있었으며, 대장균군, 대장균, 내열성세균은 상호간에 고도의 유의성을 나타내었다. 이 같은 결과는 박 등의 결과와 유사하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 목장수 위생세균학적 조사연구는 착유시 사용하는 목장수에 의하여 우유위생에 막대한 영향을 끼칠 것으로 생각된다. 그러나 아직 목장수의 위생세균학적 관심이 결여되어 있기 때문에 방치하고 있으나 좀 더 세심한 주의 기울이면 더 나은 가축위생 뿐 아니라 더 나은 우유를 국민들이 먹을 수 있을 것으로 기대된다.

## V. 결 론

목장에서 가축의 음수와 용수로 사용하는 목장수에 대한 위생세균학적 상태를 조사한 결과는 다음과 같다.

- (1) 1총 78곳의 목장수에서 저온세균  $750 \pm 170$  CFU/ml, 일반세균수는  $440 \pm 130$  CFU/ml, *Pseudomonas aeruginosa*  $130 \pm 97$  CFU/100 ml, 대장균군은  $22 \pm 17$  CFU/ml, 대장균  $10 \pm 6$  CFU/100 ml, 내열성세균  $5 \pm 1$  CFU/ml 및 장구균  $2 \pm 1$  CFU/100 ml이었다.
- (2) 일반세균수와 저온세균 중 1000 CFU/ml인 곳이 각각 11.5%, 23.1%이었으며, 대장균군은 10 이상/ml인 곳이 12.8%, 10 이상/100 ml인 대장균, *Pseudomonas aeruginosa* 및 장구균은 각각 8.9%, 33.3%, 2.6% 그리고 10 이상/ml인 내열성세균은 15.4%이었다.

- (3) 7가지 위생세균 중 *Pseudomonas aeruginosa*를 제외한 나머지 위생세균간에는 고도의 유의성이 있었다( $p < 0.01$ ).

## 참고문헌

- 1) Esmany, M. L. : Principle of animal environment. Westport, AVL Publishing Com. Inc., 1978.
- 2) 이유원 : 축산배설물 처리제도와 문제점. 한국수의 공중보건학회지 **15**, 155, 1991.
- 3) APHA-AWWA-WPCF : Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed., Washington, D.C., APHA, 1989.
- 4) 日本藥學會編 : 衛生試驗法註解. 東京, 金原出版社, 1990.
- 5) 보건사회부 : 공중위생법 음용수의 수질기준 등에 관한 규칙(1991. 7. 4. 보건사회부령 제 871호), 1991.
- 6) 박석기, 김성원, 이강문, 임봉택 : 서울 근교 목장수의 위생세균학적 분포상태. 한국수의공중보건학회, **16**, 289, 1992.
- 7) Gaudy, A. F. Jr. and Gandy, E. T. : Microbiology of environmental scientists and engineers, New York, McGraw-Hill, Inc., 1980.
- 8) James, A. and Evison, L. : Biological indicators of water quality. Chichester, John Wiley and Sons, Inc., 1979.
- 9) 장해경 : 서울근교 목장용수의 위생학적 조사연구. 건국대학교 석사학위논문, 1981.
- 10) Dart, R. K. and Stretton, R. J. : Microbiological aspects of pollution control. 2nd ed., New York, Elsevier scientific publishing Com., 1980.