

牧場地域 飲用水의 衛生學的 調查研究

박석기 · 이강문 · 김성원 · 임봉택 · 박성배 · 이용욱*

서울시 보건환경연구원, *서울대학교 보건대학원

Studies on the Sanitation of Potable Water in Farm Areas

Seog Gee Park, Kang Moon Lee, Seong Won Kim, Bong Taek Lim,
Sung Bae Park and Yong Wook Lee*

Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment

*Graduate School of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

In order to investigate the hygienic conditions of potable water in farm area, we examined the hygienic bacteriological and chemical tests of the 159 waters in the farm areas of Kwangju-gun, Namyangju-gun, Yangpyung-gun Paju-gun and Hwasung-gun.

The results were as follows :

1. Of the 159 waters, the average numbers of standard plate count and coliform were $920 \pm 250/ml$ and $450 \pm 380/100 ml$, respectively. The average pH was 6.74 ± 0.08 , $KMnO_4$ consumption $4.18 \pm 0.23 mg/l$, turbidity 0.74 ± 0.08 degree, NH_3-N $0.07 \pm 0.02 mg/l$, NO_3-N $7.76 \pm 0.48 mg/l$, total hardness $101.3 \pm 4.7 mg/l$, chlorine $18.6 \pm 1.3 mg/l$, sulfate $12.9 \pm 1.0 mg/l$, lead $0.036 \pm 0.003 mg/l$, manganese $0.017 \pm 0.003 mg/l$, zinc $0.064 \pm 0.005 mg/l$, and copper $0.010 \pm 0.001 mg/l$, respectively.
2. Of the 159 waters, 84 samples (52.8%) were over 100 per ml of SPC or detected coliform per 100 ml water and 63 samples (39.6%) exceed over physicochemical limited criteria for potable water. NO_3-N was the primary item among excess contents of potable water in farm areas.
3. The contents of total hardness, chlorine and NO_3-N in Hwasung-gun were higher than those in the other regions, but the numbers of SPC and coliform in Yangpyung-gun and Namyangju-gun were higher than those in the other regions.
4. The correlations among many items were highly significant (SPC, Coliform, $KMnO_4$ consumption; NH_4-N , NO_3-N , $KMnO_4$, Total hardness, Chlorine, Sulfate).

Keywords : Potable water, farm areas, bacteriological and chemical test.

I. 서 론

둘은 생물의 70%를 차지하며 생명유지, 생산 등에 없어서는 안되는 성분이다.¹⁾ 그러나 급속한 산업발달로 물소비량이 급격히 증가됨과 더불어 지하수를 많이 사용하게 되었다. 또한 무분별한 산업폐수의 방출은 지하수를 급격히 오염시키고 있다. 특히, 목장에서는 다량의 물을 사용하며, 현재 국내 법령에 의하여 전체 사육 돼지의 3.1%, 소 7.1%, 말 70% 그리고 닭 및 오리 69.8%만이 폐기물관리법에 의

하여 규제를 받을 뿐 나머지 배설물은 규제를 받지 않은 채 방류되고 있는 실정이다. 이와 같이 자연 배수된 배설물에 의한 오염은 가축위생 뿐 아니라 지역주민의 위생에도 큰 문제가 아닐 수 없다.²⁾

아직까지는 목장이 도시보다는 농촌에 더 많이 분포하고 있으며, 오염량이 많은 공장에서 멀리 떨어져 있으므로 큰 문제로 삼지 않고 있지만 가축이 생산한 배설분뇨는 사람의 5~30배량이 되므로 식수원을 오염시킬 수 있는 중요한 요소가 될 수 있다. 그러나 목장에서는 지하수라는 관념만 가지고 음용

수로 사용하는 지하수의 위생상태에 대하여는 전혀 관심을 가지고 있지 않는 것도 사실이다.

지금까지 도시 및 농촌에서 사람이 음용하는 지하수,^{3,4)} 생수,⁵⁾ 약수,⁶⁾ 및 광천수⁷⁾에 대하여는 많은 연구를 하였으나, 가축을 사육하는 목장지역의 음용수에 대하여는 전혀 조사된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 서울 근교인 광주군, 남양주군, 파주군, 양평군, 화성군의 목장지역에서 음용수로 사용되는 지하수에 대하여 위생세균학적 조사와 이화학적 조사를 하고, 이들 항목간의 상관관계를 조사하여 목장지역 주민들의 환경위생학적 기초자료로 이용코자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 조사대상지역 및 시험음용수

서울근교 지역 중 목장이 많이 산재하여 있는 경기도 광주군, 남양주군, 파주군, 양평군 및 화성군의 목장 중 사육두수가 10~30두인 가족단위로 사육하는 159개소의 목장을 임의 선정하였다. 각 목장에서 음용수로 사용하는 지하수 또는 지표수 1 l를 무균병에 채취하여 시험음용수로 사용하였다.

2. 시험항목 및 시험방법

본 시험에서 조사한 시험항목과 방법은 APHA-AWWA-WPCF의 Standard methods(1989),⁸⁾ 일본위생시험법주해(1990)⁹⁾ 및 공중위생법 음용수의 수질기준 등에 관한 규칙(1991. 7. 4. 보건사회부)¹⁰⁾에 의하여 다음과 같이 시험하였다.

(1) pH

pH meter(Fisher Accumat 620)에 의하여 측정하였다.

(2) 탁도(Turbidity)

탁도는 turbidimeter(Orbeco-Hellige 96510)를 사용하여 측정하였다.

(3) 총경도(Total hardness)

시험수 100 ml에 10% KCN 수방울을 떨어뜨리고 N/50 MgCl₂ 1 ml와 암모니아 완충액 2 ml 및 EBT 수방울을 가한 다음 N/100 EDTA액으로 적정하여 농도를 산출하였다.

(4) 과망간산칼륨 소비량(KMnO₄ consumption)

시험수 100 ml를 삼각플라스크에 넣고 황산액(1+5) 5 ml와 N/100 KMnO₄액 10 ml를 가하고 5분간 가열하였다. 가열 후 N/100 oxalic acid 10 ml를 가하여 탈색시킨 후 N/100 KMnO₄로 적정하여 농도를 산출하였다.

(5) 암모니아성 질소(NH₃-N)

시험수 10 ml를 시험관에 넣고 케놀니트로포르지트나트륨용액 5 ml를 넣어 마개를 막고 조용히 흔들어 섞는다. 차아염소산나트륨용액 5 ml를 넣고 실온에서 1시간 반응시킨다. 이 반응액을 분광광도계로 파장 650 nm에서의 흡광도를 측정하여 암모니아성 질소의 양을 구하였다.

(6) 질산성 질소(NO₃-N), 염소이온(Chloride ion) 및 황산이온(Sulfate ion)

Ion chromatography(Dionex Model 4000i)를 이용하여 시험하였다.

(7) 납(lead), 망간(Manganese), 아연(Zinc) 및 동(Copper)

Atomic absorption spectrophotometer(Perkin-Elmer Model 1100B)를 이용하여 시험하였다.

(8) 일반세균수

시험수를 10배 단계별 희석한 후 그 1 ml씩 샐리에 접종하고 plate count agar 18~20 ml를 부어 잘 혼합한 다음 굳힌다. 35±1°C에서 48±3시간 배양하였다. 집락수가 30~300개인 희석평판에서 균수를 계수한 다음 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

(9) 대장균군

시험수를 10배 단계별 희석한 후 그 1 ml를 샐리에 접종하고 desoxycholate agar 10~20 ml를 부어 잘 섞어 굳힌 후 35±1°C에서 48±3시간 배양하였다. 적색 집락을 나타내는 집락수를 계수한 후 희석배수를 곱하여 대장균군 수를 산정하였다.

3. 통계처리

시험한 목장지역 음용수의 위생학적 시험성적에 대하여 Ecosoft사의 Microstat 프로그램을 이용하여 통계처리하였다.

III. 결 과

1. 음용수의 위생학적 검사성적

서울근교의 경기도 파주군, 남양주군, 광주군, 양평군 및 화성군에 산재하여 있는 159개의 목장에서 음용수로 사용하고 있는 물의 위생학적 검사성적은 Table 1과 같았다.

일반세균수는 양평군이 1900±1600/ml, 남양주군 1600±580/ml로 가장 높았으며, 파주군 600±300/ml, 화성군 450±180/ml, 광주군 330±81/ml순이었다. 대장균군은 양평군 1500±1400/100 ml로 가장 높았으며, 남양주군 430±190/100 ml, 화성군 290±

Table 1. Regional description of potable water in farm area

	Hwasung	Kwangju	Yangpyung	Namyangju	Paju	Total
No. of sample	40	36	19	43	21	159
SPC	450±180*	330±81	1900±1600	1600±580	660±300	920±250
Coliform	290±250	280±150	1500±1400	430±190	100±81	450±380
KMnO ₄ consumption	3.83±0.29	4.66±0.46	3.58±0.46	5.37±0.62	2.09±0.19	4.18±0.23
Turbidity	0.89±0.18	0.88±0.24	0.35±0.07	0.51±0.05	1.03±0.29	0.74±0.08
pH	6.94±0.08	6.57±0.09	6.59±0.08	6.74±0.05	6.21±0.07	6.74±0.08
NH ₃ -N	0.006±0.003	0.15±0.08	0.014±0.014	0.08±0.03	0.039±0.002	0.07±0.02
NO ₃ -N	11.40±0.85	6.38±1.11	4.34±0.68	7.57±0.95	5.87±0.97	7.76±0.48
Total hardness	143.5±9.6	79.3±7.6	58.3±4.4	106.9±10	86.1±8	101.3±4.7
Chlorine	33.51±2.63	13.52±2.28	7.55±2.69	14.62±1.81	17.09±1.72	18.60±1.26
Sulfate	12.51±2.21	15.48±2.23	8.81±1.65	14.09±1.96	10.19±3.11	12.86±1.03
Lead	0.078±0.002	0.034±0.006	0.074±0.003	0±0	0±0	0.036±0.003
Manganese	0.029±0.006	0.022±0.007	0.018±0.001	0.006±0.003	0.006±0.004	0.017±0.003
Zinc	0.061±0.008	0.041±0.007	0.052±0.009	0.082±0.014	0.079±0.011	0.064±0.005
Copper	0.023±0.001	0.008±0.002	0.011±0.005	0.003±0.001	0.003±0.001	0.010±0.001

* Mean±S.E.

250/100 ml, 광주군 280±150/100 ml, 파주군 100±81/100 ml 순이었다.

pH는 화성군 6.94±0.08, 남양주군 6.74±0.05, 양평군 6.59±0.08, 광주군 6.57±0.09, 파주군 6.21±0.07이었다. 과망간산칼륨 소비량은 남양주군이 5.37±0.62 mg/l로 가장 높았으며, 광주군 4.66±0.46 mg/l, 화성군 3.38±0.29 mg/l, 양평군 3.58±0.46 mg/l, 파주군 2.09±0.19 mg/l이었다. 탁도는 파주군 1.03±0.29°, 화성군 0.89±0.29°, 광주군 0.88±0.24°, 남양주군 0.51±0.55°, 양평군 0.35±0.07°이었다. 암모니아성 질소는 광주군이 0.15±0.08 mg/l로 가장 높았으며, 남양주군 0.08±0.03 mg/l, 파주군 0.039±0.002 mg/l, 남양주군 0.014±0.014 mg/l 그리고 화성군 0.006±0.003 mg/l 순이었다. 질산성 질소는 화성군이 11.40±0.95 mg/l로 가장 높았으며, 남양주군 7.57±0.95 mg/l, 광주군 6.38±1.11 mg/l, 파주군 5.87±0.97 mg/l, 양평군 4.34±0.68 mg/l 순이었다.

총경도는 화성군이 143.5±9.6 mg/l로 가장 높았으며, 남양주군 106.9±10 mg/l, 파주군 86.1±8 mg/l, 광주군 79.3±7.6 mg/l, 양평군 58.3±4.4 mg/l 순이었다. 염소이온은 화성군이 33.51±2.63 mg/l로 가장 높았으며, 파주군 17.09±1.72 mg/l, 남양주군 14.62±1.81 mg/l, 광주군 13.52±2.28 mg/l, 양평군 7.55±2.69 mg/l 순이었다. 황산이온은 광주군이 15.48±2.23 mg/l로 가장 높았으며, 남양주군 14.09±1.96 mg/l, 화성군 12.51±2.21 mg/l, 파주군 10.19±3.11 mg/l, 양평군 8.81±1.65 mg/l 순이었다.

납은 남양주군과 파주군에서는 검출되지 않았고

화성군은 0.078±0.002 mg/l, 양평군 0.074±0.002 mg/l, 광주군 0.034±0.006 mg/l이었다. 망간은 화성군이 0.029±0.006 mg/l, 광주군 0.022±0.007 mg/l, 양평군 0.018±0.001 mg/l, 남양주군 0.006±0.003 mg/l, 파주군 0.006±0.004 mg/l이었다. 아연은 남양주군 0.082±0.014 mg/l, 파주군 0.0079±0.011 mg/l, 화성군 0.061±0.008 mg/l, 양평군 0.052±0.009 mg/l, 광주군 0.041±0.007 mg/l이었다. 동은 화성군 0.023±0.001 mg/l, 양평군 0.011±0.005 mg/l, 광주군 0.008±0.002 mg/l, 남양주군과 파주군 각각 0.003±0.001 mg/l이었다.

2. 음용수의 위생세균학적 부적률

목장지역 음용수를 보사부 음용수질 기준에 의하여 위생세균학적 부적률을 조사한 성적은 Table 2와 같았다. 즉 일반세균은 총 159개의 음용수 중에서 72개소(45.28%)에서 100/ml 이상이 검출되었다. 지역별로는 파주군 21개소 중 11개소(52.4%), 광주군 36개소 중 17개소(47.2%), 남양주군 43개소 중 20개소(46.5%), 양평군 19개소 중 8개소(42.1%), 화성군 40개소 중 16개소(40.0%)에서 일반세균수가 100/ml 이상이였다.

대장균군은 총 159개소 중 51개소(32.1%)에서 검출되었으며 지역별로는 광주군 36개소 중 20개소(55.6%), 양평군 19개소 중 7개소(36.8%), 남양주군 43개소 중 15개소(34.9%), 파주군 21개소 중 4개소(19.0%), 화성군 40개소 중 5개소(12.5%)에서 대장균군이 검출되었다.

Table 2. Microbiologically inappropriate rate of potable water in farm area

	Hwasung (40)*	Kwangju (36)	Yangpyung (19)	Namyangju (43)	Paju (21)	Total (159)
SPC(over 100/ml)	40.0	47.2	42.1	46.5	52.4	45.3
Coliform(-100/ml)	12.5	55.6	36.8	34.9	19.0	32.1
Total (SPC or Coliform)	47.5	58.3	47.4	55.8	52.4	52.8

* Number of sample tested.

Table 3. Physicochemically inappropriate rate of potable water in farm area

	Hwasung (40)*	Kwangju (36)	Yangpyung (19)	Namyangju (43)	Paju (21)	Total (159)
KMnO ₄ consumption		5.6		9.3		3.8
Turbidity	2.5	8.3			4.8	3.1
pH					9.5	1.3
NH ₃ -N		2.8		2.3		1.3
NO ₃ -N	62.5	33.3	5.3	30.2	19.1	34.6
Total(one or more)	62.5	44.4	5.3	32.3	33.3	39.6

* Number of sample tested.

한편 목장지역 음용수 중 일반세균수 또는 대장균군이 기준에 부적합한 것은 84곳(52.8%)이었으며, 지역별로는 광주군 21개소(58.3%), 남양주군 24개소(55.8%), 파주군 11개소(52.4%), 화성군 19개소(47.5%) 그리고 양평균 9개소(47.4%)이었다.

3. 음용수의 위생화학적 부적률

목장지역 음용수를 보사부 음용수질 기준에 의하여 이화학적 부적률을 조사한 성적은 Table 3과 같았다. 즉 질산성 질소의 기준 부적합이 55건(34.6%)으로 가장 많았다. 지역별로는 화성군에서 총 40개소 중 25개소(62.5%)에서 기준 이상이었으며, 광주군 12개소(33.3%), 남양주군 13개소(30.2%), 파주군 4개소(19.1%), 양평균 1개소(5.3%)이었다.

과망간산칼륨 소비량은 6개소(3.8%)에서 기준에 부적합하였으며 지역별로는 남양주군 4개소(9.3%)와 광주군 2개소(5.6%)에서만 부적합하였다.

탁도는 5개소(3.1%)에서 기준에 부적합하였으며 지역별로는 광주군 3개소(8.3%), 파주군 1개소(4.8%) 그리고 화성군 1개소(2.5%)이었다.

pH는 2개소(1.3%)에서 기준에 부적합하였으며 파주군에서만 2개소(9.5%)만이 부적합하였다.

암모니아성 질소는 2개소(1.3%)에서 기준에 부적합하였으며 지역별로는 광주군 1개소(2.8%), 남양주

군 1개소(2.3%)이었다.

한편 목장지역 음용수 중 이화학적 시험항목 중 한 항목이라도 음용수질기준에 부적합한 곳은 총 63개소(39.6%)이었다. 지역별로는 화성군이 25개소(62.5%)으로 가장 높았으며, 광주군 16개소(44.4%), 파주군 7개소(33.3%), 남양주군 14개소(32.6%) 그리고 양평균 1개소(5.3%)이었다.

4. 검사항목간의 상관관계

목장지역 음용수의 검사항목간의 상관관계는 Table 4와 같았다. 즉 일반세균수는 대장균군과 고도의 상관관계($r=0.746$)를 나타내었으며 과망간산칼륨 소비량과 유의성($r=0.148$)을 나타내었다. 한편 대장균군은 과망간산칼륨 소비량($r=0.176$)과 납이온(0.192)에서만 유의성을 나타내었다.

과망간산칼륨 소비량은 암모니아성 질소(0.426)과 황산이온(0.315)에서 높은 유의성을 질산성질소(0.152), 염소이온(0.149), 총경도(0.136)에서 유의성을 나타내었다.

탁도는 망간이온(0.511)과 고도의 유의성을 나타내었다.

pH는 질산성 질소(-0.146)와 황산이온(-0.191)과 유의성있는 역상관관계를 나타내었다.

암모니아성 질소는 황산이온(0.359)과 고도의 유

Table 4. Correlationship with each item of the potable water in farm area

Item	SPC	Coliform	KMnO ₄	Turbidity	pH	NH ₃ -N	NO ₃ -N	TH	Chlorine	Sulfate	Lead	Mn	Zn
Coliform	0.746**												
KMnO ₄	0.148*	0.176*											
Turbidity	0.023	0.042	-0.019										
pH	-0.030	-0.072	0.012	-0.055									
NH ₃ -N	0.040	0.069	0.426**	-0.034	-0.065								
NO ₃ -N	0.072	0.012	0.152*	-0.179	0.146*	0.089							
Total hardness	0.040	-0.020	0.136*	-0.057	0.011	0.148*	0.668**						
Chlorine	0.067	0.070	0.149*	0.005	-0.039	0.161*	0.759**	0.778**					
Sulfate	0.035	0.036	0.315*	0.026	-0.191*	0.359*	0.374**	0.426**	0.500**				
Lead	-0.080	0.192*	0.001	0.084	0.096	-0.054	0.115	0.156	0.257**	0.031			
Manganese	-0.026	-0.106	0.018	0.511**	0.008	-0.029	0.071	0.067	0.152*	0.019	0.381**		
Zinc	-0.074	-0.033	0.104	-0.048	0.056	-0.040	0.102	0.057	0.048	0.045	0.072	-0.041	
Copper	-0.119	-0.053	0.057	0.048	0.073	-0.039	0.255**	0.258**	0.3576**	0.075	0.635**	0.230**	0.076

TH : total hardness, KMnO₄ : KMnO₄ consumption, Mn : manganese, Zn : zinc.

*p<0.05, **p<0.01.

의성을 염소이온(0.161)과 총경도(0.148)에서 유의성을 나타내었다.

질산성 질소는 총경도(0.668), 염소이온(0.759), 황산이온(0.374) 및 동이온(0.255)과 고도의 유의성을 나타내었다.

총경도는 염소이온(0.778), 황산이온(0.426) 및 동이온(0.258)과 고도의 유의성을 그리고 납이온(0.152)과 유의성을 나타내었다.

염소이온은 황산이온(0.500), 동이온(0.357) 및 납이온(0.257)과 고도의 유의성을 그리고 망간이온(0.152)과 유의성을 나타내었다.

납이온은 망간이온(0.381) 및 동이온(0.635)과 고도의 유의성을 나타내었으며, 망간이온은 동이온(0.203)과 고도의 유의성을 나타내었다.

IV. 고 찰

우리나라의 목장들은 대부분 10~30마리의 젖소를 사육하는 곳이 대부분이며 이들 지역도 대부분 일반농가지역이나 민가에서 멀리 떨어진 곳에 산재하여 있으며 가축사육에 많은 물이 소비되므로 지하수를 이용하고 있다. 그러나 이러한 지하수도 지역적인 특성에 따라 지하수의 깊이가 30 m 이상인 곳도 있으며, 불과 2~3 m인 곳도 있다. 따라서 대부분의 목장에서 식수와 목장용수를 혼용하는 곳이 많다. 또한 대부분의 목장이 지하수의 위치나 깊이보다는 수량에 대하여 관심을 두고 있으나 위생학적 측면은 전혀 고려되지 않고 있다. 이러한 지하수는 목장지역 주민들의 위생에도 영향을 미칠 뿐 아니라

가축위생에도 영향을 미칠 것으로 생각된다. 특히 이들 지역의 지하수는 관리를 철저히 하지 않으면 가축의 분뇨에 의하여 쉽게 오염을 받을 수 있는 조건이 되며, 이러한 지하수오염은 살모넬라 등의 인수공통 전염병에 감염될 위험성이 크며, 질산염 함량이 위암과 관련이 있다는 보고 등으로 공중보건학상 중요한 의의를 가지고 있다.¹¹⁾

수소이온농도(pH)는 각종 인위적인 오염에 의한 염류, 유리탄산, 유기산, 산도 등에 의하여 크게 영향을 받으므로 물의 오염도를 측정할 때 중요한 검사항목이다. 본 실험에서 목장지역 음용수의 평균 pH는 6.74±0.08로 박 등¹²⁾의 서울근교 목장수 6.62, 장¹³⁾의 목장용수 및 서울지역 지하수의 수소이온농도와 차이가 없었다.

탁도는 물속에 비용해성 물질 등이 혼입됨으로써 빛의 분산 및 흡수작용으로 흐리게 보이는 정도를 나타내며, 그 원인은 유기성 물질의 유입, 플랑크톤 미생물 그리고 산업폐수나 가정하수 등에 의한 부유물질 등에 의하여 일어나며, 용해성 물질, 철, 망간, 알루미늄 등의 화학적 변화도 탁도의 원인이 되며 음용수 기준은 2°로 규정되어 있다. 본 실험에서는 평균 0.74±0.08로 기준보다 매우 낮았으며, 기준보다 높은 곳도 5곳에 불과하였다. 따라서 기준 초과 음용수도 오염보다는 지질학적인 요인으로 추측된다.

총경도는 물 중의 Ca²⁺ 및 Mg²⁺ 양을 CaCO₃의 mg/l로 표시한 것이다. 총경도가 높은 물을 섭취하게 되면 위를 상하게 하여 설사의 원인이 되며, 비누의 세척능력을 저하시키고, 난방용수에서는 설비에 스

케일링을 형성함으로써 열전도를 저해한다. 본 실험에서는 총경도가 음용수 기준인 300 mg/l 이상인 곳은 없었으며, 평균 농도가 101.3±4.7 mg/l로 박 등¹²⁾과 서울지역 지하수 성적¹⁴⁾과 유사하였다. 특히 화성군은 143.5±9.6 mg/l로 다른 지역보다 높았는데 이는 지형적인 차이 즉 다른 지역보다 해수의 영향을 많이 받은 것으로 추정된다.

질산성 질소는 물속의 각종 질소화합물이 산화되어 생성된 최종산물로서 다량 검출된다는 것은 오염된 상태에서 오랜 시간이 경과된 것으로 위생상 중요한 지표가 된다. 1940년 질산염에 오염된 지하수를 섭취한 유아에 methemoglobinemia 혈증을 일으킨 blue baby 질환의 발생보고가 있었으며 WHO에서는 질산성 질소 11.29 mg/l에서 중독증세의 가능성이 있다고 보고하였다.^{7,9)} 본 실험에서는 39.6%에서 기준 이상을 함유하고 있었으며 특히 화성군 지역에서는 62.5%가 기준 이상을 함유하고 있었으며, 전체지역에서 질산성 질소가 이화학적 부적률의 대부분을 차지하였다. 이와 같은 결과는 이들 지역이 오랜 농업지대이었기 때문에 오랜 기간 분뇨에 의하여 오염되었음을 추측할 수 있으며, 오랜 동안 목장의 축산폐수가 방치되어 음용수에 오염될 가능성도 배제할 수 없으며, 지질학적 가능성도 추측된다.

암모니아성 질소란 물에 용해된 암모늄염을 말하며, 이를 함유한 지하수는 최근에 오염된 것으로 잠재적 위험이 있으며 상수에서는 상수처리시 유리잔류염소 농도를 측정하는데 중요하며, 상수처리의 지표가 되고 있다. 본 실험에서는 평균 0.07±0.02 mg/l로 박 등¹²⁾ 및 기타 다른 지하수의 성적과 유사하였다. 그러나 암모니아성 질소가 음용수질기준 이상인 곳은 1.3%에 불과하였으나 질산성 질소가 기준 이상인 곳이 34.6%이었다는 사실과 화성군에서 질산성 질소가 기준 이상인 곳이 62.5%인데 비하여 암모니아성 질소가 기준 이상인 곳이 없었다는 사실과 비교할 때 오염물질에 의한 오염보다는 지질학적인 영향으로 추측된다.

과망간산칼륨 소비량이란 유기물질의 오염상태를 $KMnO_4$ 소비량으로 측정하는 것을 말한다. 본 실험에서 과망간산칼륨 소비량은 4.18±0.23 mg/l로 박 등¹²⁾의 결과와 유사하였으며, 장¹³⁾과 이³⁾의 성적보다 2배 정도 높았으며, 최 등¹⁵⁾의 성적보다 높았으나 이 등¹⁶⁾의 서울지역 지하수의 과망간산칼륨 소비량보다 낮았다. 이것은 10년 사이에 목장지역이 과망간산칼륨에 의하여 산화될 수 있는 유기물질에 의하여 오염되었음을 증명하는 것이다. 특히 과망간

산칼륨 소비량이 일반세균수와 대장균군간에 유의성이 있다는 사실은 매우 흥미로운 결과이며 이는 세균학적 오염과도 관련이 있음을 간접적으로 나타내는 결과라 생각된다.

염소이온은 물속에 있는 염화물 중의 염소이온농도를 말하여 지하수 중의 염소이온은 지각의 영향을 크게 받은 것으로 염화물을 함유하고 있는 토양을 통과하는 물에는 고농도로 포함되어 소멸되지 않는 특성 때문에 자연계에서 상당기간 경과한 지하수 중에서 다량 검출될 수 있다. 본 실험에서 화성군이 다른 지역보다 높은 염소이온 검출량이 높았던 점과 총경도 및 황산이온도 높았다는 사실은 지리적 특성에 의한 것으로 생각된다.

황산이온은 주로 지질에 기인하지만 대소변, 비료, 광산폐수, 유황천, 공장폐수 등의 혼입에 의하여 증가되며 산성우에 의하여도 증가한다. 본 실험에서 대부분의 지역이 매우 낮은 농도로 검출되었으며, 광산폐수나 공장폐수가 극히 적은 지역이기 때문에 거의 낮게 검출되었다.⁹⁾

목장지역 음용수의 중금속 함량은 매우 낮은 수준으로 검출되었다. 이는 목장지역이 중금속에 오염될 수 있는 공장이 거의 없기 때문인 것으로 추정된다.

이상을 종합하여 볼 때 본 실험에서 52.8%가 세균학적으로 음용수질기준에 부적합 하였으며, 39.6%가 이화학적으로 부적합하였다. 목장지역 주민들의 건강상태는 가축, 특히 유우의 위생상태에 직·간접적으로 영향을 받을 수 있기 때문에 매우 큰 의의가 있다고 생각된다. 특히 단기간 사육하여 반출하는 육우에 비하여 장기간 사육하며 접촉기간이 긴 유우는 더 많은 영향을 받을 것으로 생각된다. 따라서 목장지역 주민들의 음용수로 이용되는 지하수의 위생관리에 더 많은 관심을 기울여야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

목장지역 음용수의 위생학적 상태를 조사하기 위하여 파주군, 남양주군, 양평군, 광주군 및 화성군의 총 159곳 목장의 음용수를 조사한 결과는 다음과 같았다.

1. 음용수의 pH는 6.74±0.04, 일반세균수 920±250/ml, 대장균군은 450±380/100/ml, 과망간산칼륨 소비량 4.18±0.23 mg/l, 탁도 0.74±0.08°, 암모니아성 질소 0.07±0.02 mg/l, 질산성 질소 7.76±0.48 mg/l, 총경도 101.3±4.7 mg/l, 염소이온 18.6±1.3 mg/l,

황산이온 12.9 ± 1.0 mg/l, 납 0.036 ± 0.003 mg/l, 망간 0.017 ± 0.003 mg/l, 아연 0.064 ± 0.005 mg/l 및 동 0.010 ± 0.001 mg/l이었다.

2. 총 159곳의 목장 음용수 중 84곳(52.8%)에서 일반세균수는 100/ml 이상 검출되었거나 시료 100/ml당 대장균군이 검출되어 음용수 수질기준에 부적합하였으며, 63곳(39.65)에서 이화학적으로 음용수 수질기준에 부적합하였다. 이화학적 부적합 중 질산성 질소 부적합이 87.3%이었다.

3. 지역적 특성에 의하여 화성군 목장의 음용수는 총경도, 염소이온 및 질산성 질소의 농도가 높았으며, 양평군 및 남양주군 목장의 음용수는 일반세균수와 대장균이 많이 검출되었다.

4. 검사항목간의 상관관계는 총경도-염소이온(0.778), 질산성질소-염소이온(0.759), 일반세균수-대장균군(0.746), 질산성질소-총경도(0.668), 남-동(0.635), 탁도-망간(0.511), 염소이온-황산이온(0.500), 과망간산칼륨 소비량-암모니아성 질소(0.426), 총경도-황산이온(0.426), 남-망간(0.381), 질산성 질소-황산이온(0.374), 암모니아성 질소-황산이온(0.359), 염소이온-동(0.357), 과망간산칼륨 소비량-황산이온(0.315), 총경도-동(0.258), 염소이온-납(0.257), 질산성 질소-동(0.255), 망간-구리(0.230)간에 고도의 유의성이 있었다.

참고문헌

- Gaudy, Jr., A. F. and Gandy, E. T., *Microbiology of environmental scientists and engineers*. McGraw-Hill, Inc., New York (1980).
- 이유원, 축산배설물 처리제도와 문제점, 한국수의 공중보건학회지, **15**, 155 (1991).
- 이해식, 서울시내 지하수의 이화학적 특성에 관한 연구, 서울시립대학교 도시행정대학원 석사학위논문 (1992).
- 김종면, 이성호, 이영승, 양홍현, 농촌우물의 환경 위생학적 조사연구, 전북대 농대 논문집, **4**, 52 (1973).
- 채영주, 권옥현, 김덕인, 오수경, 박성배, 시판 생수의 성분에 관한 조사, 서울특별시보건환경연구원보, **24**, 195 (1988).
- 유병태, 최병현, 권옥현, 최성민, 김부상, 김석래, 이환수, 오수경, 어수미, 박성배, 서울시 일원 약수의 위생학적 조사, **22**, 158 (1986).
- 한국식품공업협회 식품연구소, 광천수의 성분분석 및 규격기준안에 관한 연구, **5**, 1 (1988).
- APHA-AWWA-WPCF, *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 17th ed., APHA (1989).
- 日本藥學會編, *衛生試驗法註解*, 金原出版社, 東京 (1990).
- 보건사회부, 공중위생법 음용수의 수질기준 등에 관한 규칙(1991. 7. 4. 보건사회부령 제871호) (1991).
- 정문식, 구성희, 이성호, 환경위생학, 신광출판사, 91 (1987).
- 박석기, 이강문, 김성원, 최성민, 오영희, 변신철, 임봉택, 서울근교 목장수의 위생화학적 분포상태, 한국수의공중보건학회지, **16**, 281 (1992).
- 장해경, 서울근교 목장용수의 위생학적 조사연구, 건국대학교 석사학위논문 (1981).
- 조남준, 서울시내 정호수의 대장균군 오염도와 이화학적 조사연구, 서울대학교 보건대학원 석사학위논문 (1978).
- 최병현, 어수미, 이해식, 김교봉, 서울지역 정호수의 위생학적 조사연구, 서울특별시보건환경연구원보, **23**, 125 (1987).
- 어수미, 오수경, 박성배, 서울지역 지하수의 오염도와 성분별 상관성 검토, 한국환경위생학회지, **15**, 51 (1989).

(Received February 1, 1993)