

## 畜産廢水가 河川汚染에 미치는 影響에 關한 研究(下)

— 細菌學的 調查를 中心으로 —

柳在根 · 李希洙\* · 李元暢 · 金泰鍾 · 李澤柱\*\*

### 4. 하천의 오염부하량 산출

Table 7은 Table 6의 오염도에 유량( $m^3/day$ )을 곱하여 산출된 각 오염지표 항목들의 오염부하량을 나타낸 것이다.

지점C<sub>2</sub>에 있어서 BOD의 경우 유량이  $146.9m^3/day$ 이고 BOD가  $2,011.92mg/l$ 이 되어 부하량은  $301,251kg/day$ 으로 산출되며, COD부하량은  $178,28kg/day$ 으로, SS부하량은  $282.73kg/day$ 으로 각각 산출된다.

#### 1) 조사지점별 오염부하량

오염부하량은 지점C<sub>3</sub>에서 모두 최대치를 나타내었다(지표미생물 제외), BOD의 경우  $384.40kg/day$ , COD  $310.88kg/day$ , SS  $412.8kg/day$ 로 각각 나타나 Table 6의 오염도 변화와는 다른 양상을 보였다. 그러나 지점C<sub>1</sub> 및 C<sub>2</sub>에서는 오염도와 비슷한 양상으로 감소하였으며, 지점C<sub>3</sub>의 경우 BOD부하량은  $25.33kg/day$ 로 나타나 합류전 지점의  $43.56kg/day$ 보다 낮은 오염량을 보였다. 한편, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P의 경우는 C<sub>3</sub>에서가 C<sub>1</sub>보다 더 높게 나타났다.

#### 2) 월별 오염부하량

오염도의 월별 변화 양상과 비슷하여 각 지점 모두 7~8월에 최대 오염부하량을 나타냈으며 BOD 부하량의 경우 지점C<sub>1</sub>과 C<sub>2</sub>의 경우 8월에 최대치(각각  $77.98kg/day$ ,  $44.42kg/day$ )를 C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 및 C<sub>4</sub>는 7월에 최대치(각각  $153.23, 725.86, 302.26$ : 단위  $kg/day$ )를 나타내었다.

### 5. 오염물질과 지표미생물의 상관성 비교

Table 8은 지표미생물(Indicator bacteria)인 T.

\* 國立環境研究所

\*\* 建國大學校 大學院

C 및 F.C와 BOD, COD 등의 일반 오염지표항목과의 상관관계를 비교하여 나타낸 것이다. T.C의 경우 COD, SS 및 NH<sub>3</sub>-N과 높은 상관성을 나타내었으나(P(0.01)), 다른 지표항목과는 낮은 상관성을 보였다. 반면, F.C는 COD, SS 및 NH<sub>3</sub>-N는 물론 NO<sub>2</sub>-N과도 높은 상관성을 나타냈고(P(0.01)) 뿐만 아니라, 온도(Temp) 및 BOD와도 상관성(P(0.05))을 보여주었다.

### 6. F.C/F.S비 및 Fecal Streptococci 분포

지표미생물의 오염도와 F.C/F.S비 및 F.S의 분포비를 비가오기 전(1차)과 비 온 직후(2차)로 각각 구분하여 시험한 결과를 Table 9에 나타내었다. 유량에 있어서 1,2차 시험은 각 지점들 모두 5~10배의 차이를 나타내었으며, 온도는 7~8℃의 차이를 보여 주었다(1차 27~28℃, 2차 20~21℃) T.C, F.C 및 F.S의 오염도를 보면 1차 시험의 경우 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>에 따라 그 감소폭이 크게 나타났으나 2차 시험의 경우는 완만하게 나타났다.

F.C/F.S비는 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>의 경우 1,2차 모두 0.25~0.42를 보였고 C<sub>4</sub> 및 C<sub>5</sub>에서는 그 양상이 크게 달라 1차의 경우 C<sub>4</sub>가 3.59, C<sub>5</sub>가 7.09이었으나, 2차의 경우는 0.4, 0.7로 각각 나타났다. F.S의 확정시험(Confirmed test)에서 얻은 Colony중 무작위로 택하여 분리 동정한 결과 그 분포비를 보면 C<sub>1</sub>의 경우 Enterococci, S. bovis, S. equinus 및 S. avium의 비는 42.9%, 33.3%, 7.1% 및 16.7%(평균치)로 각각 나타났으며 C<sub>2</sub>의 경우는 51.3%, 23.1%, 17.7% 및 17.9로 각각 나타났다. C<sub>3</sub>와 C<sub>4</sub> 및 C<sub>5</sub>로 갈수록 Enterococci의 비율은 점점 증가한 반면, S. bovis의 비율은 상대적으로 감소하였다.

**Table 7. Pollutant Loads in a Stream Receiving Livestock Wastewater**

Sampling sites	Month	Flow rate (ℓ/sec)	(General items (kg/day))			Nutrient salts (kg/day)			
			BOD	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
C <sub>1</sub>	3	5.5	4.52	2.49	1.77	0.29	0.03	0	0
	4	6.5	14.05	1.84	4.23	3.04	0	0	0.19
	5	11.0	28.91	4.69	13.91	2.06	0.98	0.03	0
	6	15.0	65.24	45.67	59.29	5.88	0.03	0.67	0.01
	7	8.0	70.67	42.96	35.93	4.38	0	0.03	0
	8	7.5	77.98	55.36	74.53	11.52	0.01	0.51	0.47
	Mean	8.9	43.56	25.50	31.61	4.53	0.15	0.21	0.11
C <sub>2</sub>	3	0.8	116.14	48.44	103.71	1.76	0.09	0.72	1.06
	4	1.2	64.32	53.96	105.47	2.54	0.03	0.09	1.08
	5	2.0	176.29	112.37	224.71	3.55	0.08	0.32	2.16
	6	2.8	447.60	246.93	362.94	5.85	0.08	0.28	5.08
	7	1.8	653.23	342.21	497.73	2.23	0.07	0.36	13.60
	8	1.5	349.94	265.77	401.80	22.68	0.06	0.28	1.65
	Mean	1.7	301.25	178.28	282.73	6.44	0.07	0.36	4.11
C <sub>3</sub>	3	6.5	123.83	78.76	168.88	3.38	0.47	1.03	2.88
	4	8.0	90.42	91.33	105.65	10.51	0	0.43	1.73
	5	13.0	281.61	169.43	247.63	17.21	0.04	0.84	3.64
	6	18.0	591.60	544.97	622.86	23.73	0	1.43	10.03
	7	10.0	725.86	622.73	795.27	54.07	0.05	0.35	15.34
	8	9.2	493.10	358.03	532.77	37.63	0.02	1.22	5.72
	Mean	10.8	384.40	310.88	412.18	24.42	0.10	0.88	6.56
C <sub>4</sub>	3	8.0	95.47	59.20	124.60	2.16	0	1.76	1.62
	4	10.5	68.53	52.84	69.04	9.43	0	0.31	0.88
	5	14.2	221.39	160.01	270.22	10.43	0	1.64	2.27
	6	19.2	340.47	282.76	365.57	17.69	0	0.98	6.89
	7	12.0	420.17	394.68	436.03	32.35	0	0.09	6.36
	8	12.5	302.26	314.04	345.60	32.67	0.03	1.35	4.76
	Mean	12.7	241.38	210.59	268.51	17.46	0	0.86	3.80
C <sub>5</sub>	3	15.2	3.34	1.93	5.19	1.59	0.04	1.76	0
	4	20.5	15.32	9.65	19.62	2.52	0	0.74	0
	5	34.0	29.76	25.09	33.90	1.33	0	2.97	0
	6	36.0	25.66	16.39	39.63	3.83	0	0.16	0.75
	7	25.0	32.49	21.34	34.60	6.78	0.11	2.05	0.22
	8	20.5	44.42	36.38	53.61	16.01	0.02	1.93	0.66
	Mean	25.2	25.33	18.60	31.09	5.34	0.03	1.60	0.27

\* Station C<sub>1</sub> is above, station C<sub>2</sub> is point source of discharge, station C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and C<sub>5</sub> are 50, 200, 2000m respectively below the point source of discharge of livestock wastewater.

**Table 8. Regression Analysis & Correlation Coefficient between Pollutants and Indicator Bacteria**

Indicate bacteria	Pollutants	Temperature (°C)	BOD	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
	Slope	1.2906	0.4185	0.0149	0.0227	0.0148	-0.0106	-0.0238	2.7335
T-C Int' cept	-2.2168	-0.4040	-0.7369	-1.7238	-1.2013	7.6884	6.8715	3.8752	
Cor-Coef	6.1246	0.2025	0.8821**	0.7742**	0.7743**	-0.1409	-0.0847	0.3263	
Slope	0.8974	0.1814	0.0017	0.0032	0.0021	-0.0084	0.0015	0.4904	
F-C Int' cept	-0.7723	2.2867	4.4599	4.0968	4.1725	4.2846	5.2879	4.7981	
Cor-Coef	0.4170*	0.4223*	0.4731**	0.5304**	0.5298**	0.5399**	-0.0257	0.2818	

\* Significant at P<0.05 \*\* Significant at P<0.01

**Table 9. Bacterial Densities and Fecal Streptococcus Distribution at Sampling Sites**

Param- eters	Test	Flow	Tem	Indicator bacteria			F.C/F.S Total		Occurrence (%)			
				(MPN / 100ml)			ratio	strains	Entero	S.	S.	GroupQ.
				Total coliforms	Fecal coliforms	Fecal strepto-cocci						
C <sub>1</sub>	B. R	7.5	28.0	24×10 <sup>4</sup>	16×10 <sup>4</sup>	49×10 <sup>4</sup>	0.33	30	467	30.0	10.0	13.3
	A. R	75.0	21.0	16×10 <sup>4</sup>	16×10 <sup>4</sup>	52×10 <sup>4</sup>	0.30	32	40.6	37.5	3.1	18.8
C <sub>2</sub>	B. R	1.5	27.5	49×10 <sup>6</sup>	49×10 <sup>6</sup>	13×10 <sup>7</sup>	0.38	35	48.6	25.7	5.7	20.0
	A. R	6.0	20.5	79×10 <sup>6</sup>	79×10 <sup>6</sup>	32×10 <sup>7</sup>	0.25	30	56.7	20.0	10.0	13.3
C <sub>3</sub>	B. R	9.2	28.0	14×10 <sup>6</sup>	14×10 <sup>6</sup>	33×10 <sup>6</sup>	0.42	30	60.0	20.0	10.0	10.0
	A. R	88.0	21.0	79×10 <sup>5</sup>	79×10 <sup>5</sup>	26×10 <sup>6</sup>	0.30	30	56.0	23.3	10.0	10.0
C <sub>4</sub>	B. R	12.2	27.5	110×10 <sup>4</sup>	79×10 <sup>4</sup>	22×10 <sup>4</sup>	0.59	25	72.0	12.0	4.0	12.0
	A. R	120.0	20.5	49×10 <sup>5</sup>	49×10 <sup>5</sup>	120×10 <sup>5</sup>	0.4	30	60.0	16.7	10.0	13.3
C <sub>5</sub>	B. R	20.5	28.0	33×10 <sup>2</sup>	7.8×10 <sup>2</sup>	22×10 <sup>10</sup>	0.79	25	76.0	8.0	8.0	8.0
	A. R	250.0	20.5	24×10 <sup>4</sup>	16×10 <sup>4</sup>	23×10 <sup>4</sup>	0.7	25	64.0	16.0	8.0	12.0

\* B. R. : Before Rainfall, A. R. : After Rainfall, Tem. : Temperature

\*\* Station C<sub>1</sub> was upstream, station C<sub>2</sub> was point discharge, station C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> and C<sub>5</sub> were 50, 200, 2,000 respectively downstream the point source of discharge of animal wastewater.

이와같은 경향은 1차 조사시에서 2차 조사시보다 더욱 뚜렷이 나타났다.

**7. 지표 미생물의 생존기간 비교**

지표 미생물의 오염도가 가장 큰 지점 C<sub>2</sub>의 균수를 기준으로 했을 때 지점 C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 및 C<sub>5</sub>의 균수들에 대한 Percentage(%)로 환산 이를 비가 오기 전(1차)과 비온 직후(2차)로 구분하여 Fig. 3과 Fig. 4에 각각 나타내었다. 1차 시험결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 C<sub>3</sub> 지점에서 T.C와 F.C는 모두 28.6%의 생존율을 보였고 F.S 및 S. bovis의 경우는 각각 25.4%, 18.3%로 나타났다. 지점

C<sub>4</sub>에서는 이들 지표 미생물들간의 생존율은 큰 차이를 보여 T.C, F.C, F.S 및 S. bovis는 각각 7.9%, 1.6%, 0.2% 및 0.08%로 나타났고, 지점C<sub>5</sub>에서는 모두 0%에 가까웠다. 반면 2차 시험 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 지점C<sub>3</sub>에서는 그 감소율이 1차 시험보다 커서 T.C, F.C, F.S 및 S. bovis가 각각 10.0%, 10.0%, 8.1% 및 9.7%이었으나, C<sub>4</sub>에서는 T.C를 제외하고는 높게 나타나 F.C, F.S 및 S. bovis는 각각 62%, 3.8% 및 3.3%였으며 C<sub>5</sub>지점에서도 T.C, F.C, F.S가 각각 0.4%, 0.3%, 0.07%가 생존해 있는 것으로 나타

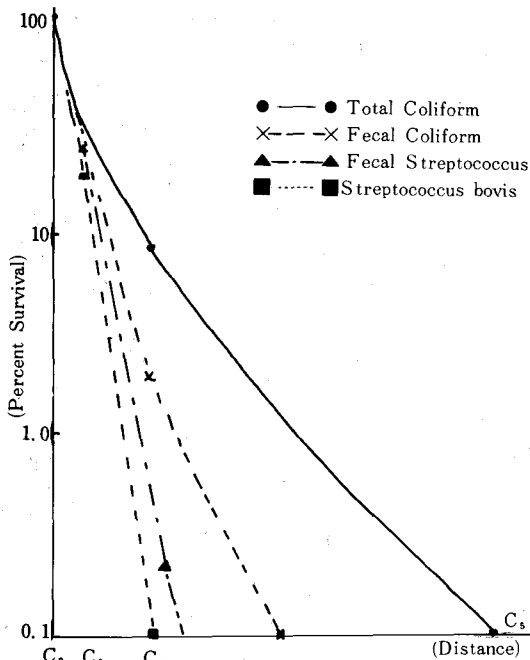


Fig. 3. Survival curves of indicator bacteria isolated from sampling sites (Before rainfall).

\* Station C<sub>2</sub> is point source of discharge of animal wastewater. Station C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, and C<sub>5</sub> are 50, 200, and 2,000m, respectively below the point source of discharge.

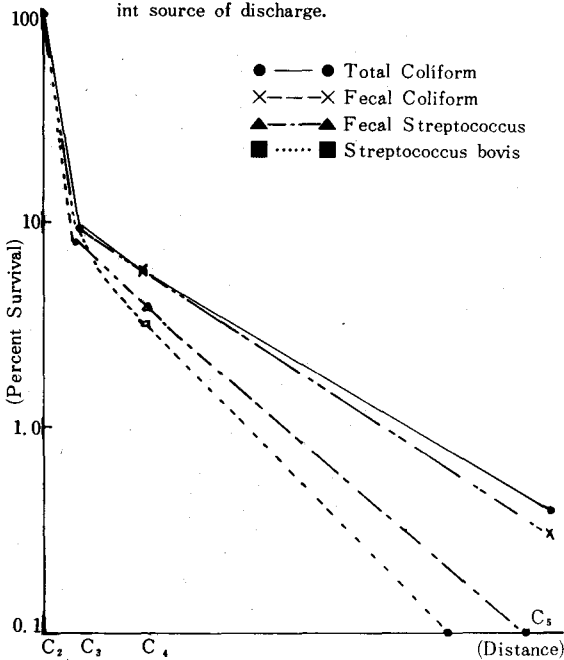


Fig. 4. Survival curves of indicator bacteria isolated from sampling sites (After rainfall).

났다.

## 고찰

축산폐수가 하천수질에 미치는 영향에 관한 연구로서 Sewell 등<sup>30)</sup>은 소사육 목장에서부터 하천하류 60m지점의 BOD 및 NO<sub>3</sub>-N의 오염도를 조사한 바 있고, Robbin 등<sup>28)</sup>은 487m에서의 분원성 대장균군 (Fecal Coliform : F. C)의 높은 오염도를 보고한 바 있으며, Hollon 등<sup>19)</sup>은 100m 및 500m에서 BOD 등 7개 항목의 현저한 증가와 1,200m에서의 폐수 배출전 수준으로의 감소를 보고한 바 있다.

본 조사 연구에서는 BOD 등의 유기성 오염지표 항목, NH<sub>3</sub>-N 등의 영양염류, F. C 등의 분원성 오염지표 미생물 및 유량등 12개 항목을 조사한 결과 Table 6, 7에서 나타난 바와 같이 축산폐수의 하천 유입지점으로부터 하천하류 50m 및 200m의 경우 pH 및 온도(°C)를 제외한 모든 측정항목의 높은 오염을 보였으며, 2,000m에서는 폐수유입전 수준 이하로 감소되었다. 이와같이 축산폐수가 하천에 유입된 후 시간이 경과함에 따라 또는 하천하류로 흘러감에 따라 오염도 및 오염부하량이 감소하는 현상은 침전, 희석 및 확산 등의 물리적인 현상과 탈질산반응, 공기로부터의 산소의 재공급 및 하천 중의 서식생물의 생물학적인 현상 등 복합적인 요인으로 보고되고 있으나<sup>6, 25, 45, 46)</sup> 이에 대한 보다 깊은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

하천오염의 지표미생물인 T. C 및 F. C와 BOD, SS 등의 유기성 오염지표항목과 상관관계의 비교에서 T. C보다 F. C이 높은 상관관계를 보여 인축의 분원성 오염과 가장 관계가 깊은 지표 미생물은 F. C라고 보고한 Geldrich<sup>14)</sup>, Gelvani<sup>13)</sup>, Richard<sup>20)</sup> 및 김 등<sup>40)</sup>의 일치하게 나타났으며 더우기 Bagley<sup>5)</sup> 및 Gosselin 등<sup>17)</sup>의 보고에 의하면 F. C는 병원성 미생물인 Klebsiella 및 Salmonella와 높은 상관성을 나타낸 바 있다.

F. C/F. S비는 분변에 의한 하천오염시 사람과 가축의 분원성 오염원을 구별하는 지표로서 그 비가 4 이상이면 주된 오염이 인간의 배설물로 판정하고 0.7이하이면 동물의 배설물에 의한 오염으로 보고되었다.<sup>1, 13, 18, 25, 27, 32, 33)</sup> Table 9에서 나타난 바와 같이 비가 오기 전의 시험결과는 폐수유입 후 200m지점까지 0.4이하를, 비 온 직후 시험결과는 2,000m 지점까지 0.7이하를 보여 각각 축산폐수에 의한 오

염으로 예측되었다. 그러나 두 시험결과가 차이를 보인 것은 먼저 비 온 직후의 경우 Runoff<sup>33)</sup>에 의한 축산폐수에 다량하천유입과 유속의 증가에 의한 지체시간의 단축 및 떨어진 수온의 영향으로 사료되는 것으로 이는 20°C이하에서 높은 농도의 유기물은 *E. coli* 및 *F. S*의 Regrowth를 일으키고, 반면 26°C~30°C에서의 가장 빠른 사멸속도를 보인 Evison<sup>19)</sup>의 시험과 일치된 결과로 보인다. 또한 오염원으로부터 멀어질수록 F.C/F.S 비가 커지는 것은 Mefeters 등<sup>24)</sup>의 Membrane Chamber를 이용한 지표미생물 및 병원성 장내세균(Enteric pathogen)의 생존율 비교시험결과와 같이 동물의 장으로부터 배설된 후 F.S의 사멸속도가 F.C의 그것보다 빠르기 때문으로 사료된다.

F.S의 분포조사 결과에서 *S. bovis* 및 *S. equinus*의 비가 약 30%로 나타나 Geldreish<sup>10)</sup>의 66.2%에 비하여 크게 떨어진 것은 Table 2에서 보는 바와 같이 오염원이 소뿐만 아니라 닭, 돼지 및 사람 등 복합적인데 기인한 것으로 사료되며, 오염원으로부터 멀어질수록 Enterococcus group의 비율이 상승하고 *S. bovis*의 비율이 감소한 것은 역시 자연계에서의 생존율의 차이로 사료된다.<sup>19, 24)</sup>

이상의 결과에서 높은 농도의 F.C는 분변에 의한 최근의 오염으로, F.C/F.S비 0.7이하 및 *S. bovis*의 검출은 축산폐수에 의한 오염 및 최근의 오염으로 예측되며 Klein<sup>25)</sup> 및 Wilkowske 등<sup>30)</sup>의 보고에 의하면 Group D Streptococcus(*S. bovis*, *S. equinus*, Enterococcus)은 인간의 Endocarditis와 *S. bovis*는 Colon의 Calcinoma와 상관성을 나타낸 바 있어 병원성 미생물의 오염가능성이 큰 것으로 사료된다.

## 결 론

축산폐수가 하천에 미치는 영향을 평가하고자 1985년 3월부터 8월까지 6개월에 걸쳐 경기도 양주군 주내면에 위치한 천성농원 및 주변 하천을 중심으로 환경위생적 조사, 수리수문학적 조사, 하천오염도 조사, 하천오염부하량 조사 및 지표 미생물의 오염양상을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 천성농원에서 배출되는 축산폐수의 오염도는 평균 BOD 2011.92mg/l, COD 1190.55mg/l, SS 1936.51mg/l, NH<sub>3</sub>-N 48.75mg/l, T.C 18×10<sup>7</sup> MPN/

100ml 및 F.C 16.6×10.7 MPN/100ml로 나타났고, 유량은 평균 146.9m<sup>3</sup>/day이었다.

2. 주변하천에 유입되는 축산폐수의 오염부하량은 BOD 384.40kg/day, COD 310.88kg/day, SS 312.18kg/day, NH<sub>3</sub>-N 6.44kg/day, PO<sub>4</sub>-P 4.11kg/day로 각각 나타났다.

3. 축산폐수의 유입 지점으로부터 하천하류 2,000m 지점에서의 오염도는 평균 BOD 11.62mg/l, COD 7.69mg/l, SS 14.27mg/l, NH<sub>3</sub>-N 2.75mg/l, T.C 57.2×10<sup>7</sup> MPN/100ml 및 F.C 9.7×10MPN/100ml이었고, 오염부하량은 BOD 25.33kg/day, COD 18.60kg/day, SS 31.09kg/day, NH<sub>3</sub>-N 5.34kg/day 등으로 대부분 유입전 수준이하로 나타났다.

4. 축산폐수에 의한 하천오염시 BOD, SS 등의 유기성 오염물질은 T.C보다 F.C와 높은 상관관계를 나타내었다.

5. F.C/F.S비의 조사결과 갈수기에는 폐수유입 후 200m 지점까지 0.4이하를, 우기에는 2,000m 지점에서 0.7을 각각 나타내어 축산폐수에 의한 오염으로 나타났다.

6. F.S분포비 분석결과 오염원으로부터 멀어질수록 Enterococcus group의 비는 상승했고 상대적으로 *S. bovis*비는 감소되었다.

7. 지표 미생물의 생존율을 비교한 결과 그 사멸속도는 *S. bovis*, F.S, F.C, T.C순으로 나타났다.

8) 위와 같은 결과로 보아 F.C, F.C/F.S Ratio 및 *S. bovis*의 오염정도는 축산폐수에 의한 최근의 오염여부에 있어서 주요한 지표로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 參 考 文 獻

1. American public Association. : Standard methods for the examination of water and wastewater. 15th ed. APHA. New York. (1981)
2. Anothony, J. K., et al. : Survival incidence of antibiotic-resistant coliform in a lagoon system. JWPCF. (1983) 55 : 506~511.
3. Anths, U., et al. : Relative health risks of activated sludge treatment and slow-rate land treatment. JWPCF. (1980) 52 : 2865~2874.
4. Aarbor, E. M. : Viral transport to ground water at a wastewater and Application site. JWPCF. (1981) 53 : 1492~1501.
5. Bagley, S. T., et al. : Significance of fecal coliform positive klebsiella. Applied and Environmental Microbi-

- ology. (1977) 33 : 1141~1148.
6. Bathala, C. T., *et al.* : Assimilative capacity of small stream. J. Environ. Eng. Div, ASCE. (1976) 105 : 1049~1061.
  7. Ciravolo, T. G., *et al.* : Pollutant movement to shallow ground water tables from anaerobic swine waste lagoons. JEQ. (1979) 8 : 130~136.
  8. Difco Manual. : Teath edition. (1984)
  9. Donald, J. D., *et al.* : Enumeration of potentially pathogenic bacteria from sewage sludges. Applied and Environmental Microbiology. (1980) 39 : 118~126.
  10. Duncan, M. D., *et al.* : Occurrence of rhodococcus coprophilus and associated actinomycetes in feces, sewage and freshwater. Applied and Environmental Microbiology. (1981) 42 : 1037~1042.
  11. Evison, L. M., *et al.* : Bifidobacterium as indicator of fecal pollution in water. Water Technology. (1975) 2 : 57~66.
  12. Farrah, S. R. : Survival of enteroviruses and coliform bacteria in a sludge lagoon. Applied and Environmental Microbiology. (1981) 41 : 459~465.
  13. Galvani, M. M. : Fecal contamination-the water. Water & Sewage works. EE-002 : (1974) 66~69.
  14. Geldreich, E. E., *et al.* : Concepts of fecal streptococci in stream pollution. JWPCF. (1969) 41 : 336~352.
  15. Geral Berg., *et al.* : Validity of fecal coliforms, total coliforms, and fecal streptococci indicators of viruses in chlorinated primary sewage effluens. Applied and Environmental Microbiology. (1978) 36 : 880~884.
  16. Gilbert, R. G. : Virus and bacteria removal from wastewater by land treatment. Applied and Environmental Microbiology. (1976) 32 : 333~338.
  17. Gosselin, F. M., *et al.* : Comparison survival of E. coli and Salmonella typhimutium in cold water. Ann. Microbiology. (1979)
  18. Henderson, J. M. : Agricultural drainage and stream pollution. J. Sanitary Engineering Division. 88 : 61~73.
  19. Hollon, B. F., *et al.* : Water quality in a stream receiving dairy feedlot effluent. J. Environ Qual. (1982) 11 : 5~9.
  20. Janzen J. J., *et al.* : A survey of effect of animal waste on stream pollution from selected dairy farms. J. Dairy Sci. (1974) 57 : 260~265.
  21. Klein, R. S., *et al.* : Association of streptococcus bovis with carcinoma of the colon. N. Engl. J. Med. (1977) 297 : 800~802.
  22. Little, K. J. : Fluorogenic selective and differential medium for isolation of fecal streptococci. Applied and Environmental Microbiology. (1983) 45 : 627~662.
  23. Matsons, E. A. : Pollution indicators and other microorganisms in river sediment. JWPCF. (1978) 50 : 13~19.
  24. Mofeters, G. A., *et al.* : Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogen in well water. Applied and Environmental Microbiology. (1974) 27 : 823~829.
  25. Neal, L. A., *et al.* : Oxygen sag and Steam purification. J. WPCF. (1976) 48 : 1417~1420.
  26. Qragui, J. I., *et al.* : A selective medium for the enumeration of streptococcus bovis by membrane filtration. J. Applied bacteriology. (1981) 51 : 85~93.
  27. Richare Thelin, *et al.* : Fecal coliform release patterns from fecal material of cattle. J. Environ Qual. (1983) 12 : 57~63.
  28. Robbins, J. W., *et al.* : Quality of effluent from animal production sites. In proc. Int. Symp. on Livestock wastes, columbus Ohio. (1971) 166~169.
  29. Salanitro, J. P. : Isolation and identification of fecal bacteria from adult swine. Applied and Environmental microbiology. (1977) 33 : 79~84.
  30. Sewell, J. I. : Animal waste management facilities and system. Univ of Tennessee Agric. Exp. Stn. Bull. no. 548, Knoxville(1975)
  31. Tilton, R. C., *et al.* : The characterization of fecal streptococci. An attempt to differentiate between animal and human sources of contramination. Journal of Milk and Food Technology. (1967) 30 : 1~6.
  32. Watson, D. C., *et al.* : Study of the prevalence of parasite helminth eggs and cysts in sewage sludges disposed of to agricultural land. Wat. Pollut. Control. (1983) 53 : 285~289.
  33. Weiner, R. B. *et al.* : Rural runoff as a factor in stream pollution. JWPCF. (1969) 41 : 377~384.
  34. Wetzler, T. F., *et al.* : Detection of bacterial pathogens. JWPCF. (1984) 56 : 800~805.
  35. Wilkowske, C. J. : Enterococcal endocarditis. Mayo Clin. proc. (1982) 57 : 101~105.
  36. Yang, S. Y., *et al.* : Soil as a medium for dairy liquid waste disposal. J. Environ Qual. (1980) 9 : 370~372.
  37. 강호조의 3인 : 농어촌 지방 급수원의 환경 위생학적 조사 연구. 경상대논문집(1983) 22 : 111~117.
  38. 기윤호 : 일부 농촌지역의 급수시설 및 분뇨처리에 대한 위생학적 조사. 한국환경위생학지(1977) 4 : 1~9.
  39. 김두희 : 환경위생학(1978).
  40. 김동균의 3인 : 수질오염에 따른 지표미생물 분포비에 관한 조사연구. 국립환경연구소보(1981) 3 : 143~148.
  41. 김영자의 3인 : 수질의 세균학적 조사연구. 국립보건연구소보. (1978) 15 : 175~181.
  42. 농림통계연보 : 대한민국 농수산부(1982).
  43. 농촌진흥청 : 축산공해대책에 관한 연구(1979).
  44. 서운수의 14인 : 배출시설 규제방안의 적정화를 위한 연구. 국립환경연구소보(1981) 3 : 127~142.
  45. 서운수의 24인 : 수질오염도 정밀조사를 위한 방법론적인 연구. 국립환경연구소보(1980) 1 : 143~192.
  46. 서운수의 6인 : 호수수의 부영양화에 관한 조사연구. 국

- 림환경연구소보(1981) 3 : 149~159.
47. 서정현외 8인 : 농촌 환경위생의 개선책에 관한 연구. 국립보건원보(1981) 18 : 75~106.
48. 유재근, 성유은 : 수인성 전염병과 수질오염문제. 공해대책(1983) 41 : 63~73.
49. 전국주요하천조사 : 국립환경연구소보(1983) 5 : 177~179.
50. 전창기의 3인 : 축산공해에 관한 연구. 충남대학교 농업기술연구보고 제 2 권 1 호(1975).
51. 최훈근 : 축산지역과 비축산지역의 음료수 수질비교에 관한 연구. 서울대학교 보건대학원 석사학위논문(1985).
52. 환경청 : 환경보전법(1984).
53. 환경청 : 우리나라 축산폐수처리 사례. 축산폐수 관리에 관한 논문집. II (1984) p. 139~152.
54. 환경청 : 환경오염공정시험법. (수질분야) (1983).

## A Study on the Effects of Livestock Wastewater on Stream Pollution(with Bacteriological Examination)

Ryu J. K. Ph. D\*, Lee, H. S. D. V. M., M. S.\*\*  
 Lee, W. C., D. V. M., M. P. H., Ph. D., Kim, T. J. D. V. M., Ph. D.  
 and Lee, T. J. Ph. D.

*National Environmental Protection Institute\**  
*Graduate School of Kon-Kuk University\*\**

### Abstract

To evaluate effects of livestock wastewater on stream pollution, the survey on the environmental sanitation, hydrology, water quality, Pollutant loads and bacterial indicators in a stream receiving livestock wastewater discharged from Chun Sung livestock Farm at Chunaemyon, Yang Ju-gun, Kyonggi province was carried out during 6 month from march to august, 1985.

The results were as follows:

1. Water quality of livestock wastewater discharged from Chun Sung farm was 2001.92mg BOD/l, 1190.55mg COD/l, 1936.51mg SS/l, 48.75mg NH<sub>3</sub>-N/l, 18x10<sup>7</sup>MPN T.C/100ml, 16.6x10<sup>7</sup> MPN F.C/100ml, respectively and Flowrate was 146.9m<sup>3</sup>/day.

2. Pollutant loads of livestock wastewater were 38.40kg BOD/day, 310.88kg COD/day, 312.18kg SS/day, 6.44kg NH<sub>3</sub>-N/day and 4.1kg PO<sub>4</sub>-P/day, respectively.

3. At 200m downstream from the discharging point, water quality was 11.62mg BOD/l, 7.69mg COD/l, 14.27mg SS/l, 2.75mg NH<sub>3</sub>-N/l, 57.2x10 MPN T.C/100ml and 97x10MPN F.C/100ml, respectively and pollutant loads were 25.33kg BOD/day, 18.6kg COD/day, 31.09kg SS/day and 5.34kg NH<sub>3</sub>-N/day, respectively. These level are belower than water quality of upstream from the discharging point.

4. The multiple correlation analysis showed that organic pollutants such as BOD, SS are higher correlative with F. C than T. C in stream pollution from livestock wastewater.

5. From the F.C/F.S ratio survey, it was estimated that stream water

was contaminated with livestock wastewater and in the dry season, F.C/F.S ratio is less than 0.4 to 200m and in the rainy season, less than 0.7 to 2,000m from the discharging point, respectively.

6. As a result of F.S distribution analysis, with distance from the contamination source, ratio of Enterococcus group was increased but that of *S. bovis* was decreased.

7. The results of the comparative survival of bacterial indicators, the rates of dying-off are as follows: *S. bovis*, F.S, F.C, T.C.

8. From these results, F.C density, F.C/F.S ratio and *Streptococcus bovis* can be used as an indicator of recent fecal contamination from livestock wastewater.

## ■ 近刊 獸醫學文獻 紹介

### ○ 브루셀라 진단액과 血清學的 交叉反應에 대한 최근 연구동향

Recent advances in the study of *Brucella* antigens and their serological cross-reactions  
M. J. Corbel, Veterinary Bulletin, Review article, December 1985, Vol. 55, No. 12,  
p. 927~942.

*Brucella* 菌種과 血清學的 交叉反應으로 문제가 되고 있는 微生物로는 *Escherichia coli* O;116 및 O;157, *Francisella tularensis*, *Salmonella* 혈청형 중 카프만-화이트 N군(O;30 항원), *Pseudomonas maltophilia*, *Vibrio cholerae* 및 *Yersinia enterocolitica* 혈청형 O;9 등이 있다고 알려져 있다. 전부는 아니지만 대부분의 경우 이런 交叉反應은 위의 細菌들이 lipopolysaccharide 菌體抗原의 O chains 중에 존재하는 N-acylated 4-amino-4,6-dideoxy-D-mannose(N-acylated D-perosamine)의 반복구조 단위를 共存하고 있기 때문인 것으로 밝혀져 있으며 이와같은 세균을 동물에 구강이나 혈관내로 투여하면 凝集反應이나 기타 혈청학적 시험에서 *Brucella*菌과 교차반응을 일으키는 抗體가 진단상에 문제를 일으킬 만큼 높게 형성된다는 사실도 여러 학자들에 의해 報告된 바 있

었다. 그러나 이러한 交叉反應의 원인이 되는 抗體를 감별하거나 除去하기란 매우 어려운 점이 많다. 특히 *Y. enterocolitica* O;9 항원의 경우에는 더욱 그렇다. 그러나 凝集反應 대신에 면역확산법, 면역전기영동법, 효소면역흡수시험법(ELISA), 방사면역시험법(RIA) 및 교차흡수시험법 등을 응용하면 이런 문제점을 해결하는 데 다소 도움이 되는 것으로 규명되어 있다.

*Brucella*의 血清學的 檢査에서 假陽性反應을 야기하는 여러 원인들을 索출하고 특이성이 높은 혈청진단법 개발에 대한 연구는 최근에 *B. abortus*의 lipopolysaccharide 항원의 성상이 分子生物學的 측면에서 밝혀지고 있고 monoclonal antibody생산기술을 도입하여 항원성상 분석에 의한 유사 균종간의 차이점이 규명됨으로 급속히 발전되고 있다.

(全茂炯 · 金德煥)