

## 금호강 수질의 장기 변동에 관한 연구

배준웅 · 장혜영 · 송희봉\* · 서무룡\*\* · 하광수 · 박태명\*\*\*

경북대학교 자연과학대학 화학과, \*대구시 보건환경연구원,  
\*\*경상대학교 자연과학대학 화학과, \*\*\*순천공업전문대학 환경공학과  
(1994년 10월 1일 접수)

## Study on the Long-Term Change of Water Quality of the Kumho River

Zun-Ung Bae, Hye-Young Chang, Hee-Bong Song\*,  
Moo-Lyong Seo\*\*, Kwang-Soo Ha and Tae-Myung Park\*\*\*

*Dept. of Chemistry, College of Natural Sciences, Kyungpook National University,  
Taegu 702-701, Korea*

*\*Public Health and Environment Institute of Taegu City, Taegu 706-090, Korea*

*\*\*Dept. of Chemistry, Gyeongsang National University, Chinju 660-70, Korea*

*\*\*\*Dept. of Environmental Engineering, Sooncheon Junior Technical College,  
Sooncheon 540-260, Korea*

(Manuscript received 1 October 1994)

### Abstract

In order to study on the long-term change of water quality, water analysis was conducted at 16 sites surrounding the Kumho river system for 11 times from September 1990 to August 1993.

Analytical items for the study of water quality are as follows; water temperature, pH, COD, BOD, DO, SS, electrical conductivity,  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , total-P, hardness, oil and grease, ABS, phenol, zinc, chromium, cadmium, manganese, iron, lead and color.

The long-term change of water quality in the Kumho river for the period studied was found that the values of water temperature, electrical conductivity, phenol,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$  and  $\text{NH}_3\text{-N}$  were increasing and those of COD, BOD, SS, oil and grease, ABS,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , copper, zinc, chromium, cadmium, manganese and lead were decreasing, while those of pH, hardness, iron and manganese were steady.

Key Words : long-term change, water quality of the Kumho river.

### 1. 서 론

경상북도 영일군 죽장면에서 발원한 금호강은

낙동강의 제 1 지류로서 대구직할시와 주변 경산 시 및 인근 3개 군을 지나면서, 이들 지역에 각종 공업, 농업 및 생활용수를 공급하는 젖줄이며 또한 낙동강의 수질에도 지대한 영향을 미치고 있

다. 그러나 경제 성장에 따른 급속한 산업발전과 인구 집중화에 따른 수질 환경 보전의 불균형으로 금호강 하류의 현재 수질은 도시하수와 공장폐수로 극도로 오염되어 그 오염도가 전국 어느 지역보다 심각한 지경에 이르게 되었다. 이러한 극도의 수질오염을 인식한 정부 당국은 금호강 유역의 수질오염을 근원적으로 해결할 비상계획을 발표한 바 있다. 이 계획은 약 백여리 떨어진 임하댐의 물을 영천댐까지 끌어들이어 하루 50만 톤의 물을 금호강 상류에서 방류하려는 것이다. 이 사업은 무려 7백여억원을 투입하여 91년에 착공하여 95년에 완공하려는 대역사이다. 이러한 정부의 의욕은 이 지역 환경오염의 심각성과 사안의 시급성 때문이라 생각된다.

지금까지 금호강 수계의 수질평가에 대한 연구는 비교적 많이 수행된 바 있다. 박영규 외(1978)는 금호강 수계의 오염이 낙동강 수질에 미치는 영향을 조사보고한 바 있으며, 송승달(1984)은 금호강 유역의 수질, 토양 및 무우속의 중금속 함량에 관한 연구를 수행한 바 있다. 그리고 이정재와 최정(1986)등도 금호강 유역의 수질과 하상의 퇴적오니, 토양 및 농작물 중의 중금속 함량을 조사·보고한 바 있다. 또한 박영규 외(1987)는 금호강 저토 중에 함유된 구리의 오염경로에 대하여 연구한 바 있으며, 강화신(1988), 이철희(1988) 및 이순탁(1988)은 금호강 유역의 수질환경과 오염원 특성, 수질의 현황과 장래전망 그리고 금호강 유역의 환경보전 대책에 대하여 연구·보고한 바 있다. 최근에는 박영규와 이철희(1989)는 수년에 걸친 금호강 수질을 파악하여 수질관리에 필요한 모델을 제시하기도 하였다. 그러나 이 연구들은 단기간의 조사이거나 유기물 오염 또는 중금속 오염에 대한 단편적인 조사에 그치고 있다. 화학적 방법에 의한 수질조사는 여러가지 환경인자에 의하여 매우 유동적인 값이므로 보다 신뢰성이 있는 정확한 조사는 장기적이고 종합적인 조사이어야 한다.

따라서 본 연구에서는 지천과 본류를 포함한 16개 지점에서의 수질현황을 1990년 9월에서 1993년 8월에 이르기까지 3년동안 3개월 간격으로 총 11회에 걸쳐 조사하였다. 조사항목은 pH, COD 등의

일반항목과  $\text{NH}_3\text{-N}$  와  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  등 영양염류 그리고 카드뮴과 납 등의 중금속류, 합성세제와 페놀 등 총 25개 항목이다.

## 2. 조사내용 및 조사방법

### 2.1 채수지점의 선정

금호강 본류의 총 유로 연장은 118.4 km로서 많은 지류를 포함하고 있다. 그러므로 상류에서 하류에 걸쳐 각 지류의 특성 및 본류 수질에 미치는 지류수질의 영향을 정확히 파악하고 오염원의 종류나 특성을 정확히 규명하기 위해서는 채수 위치의 선정이 중요하다. 그래서 본 연구에서는 지

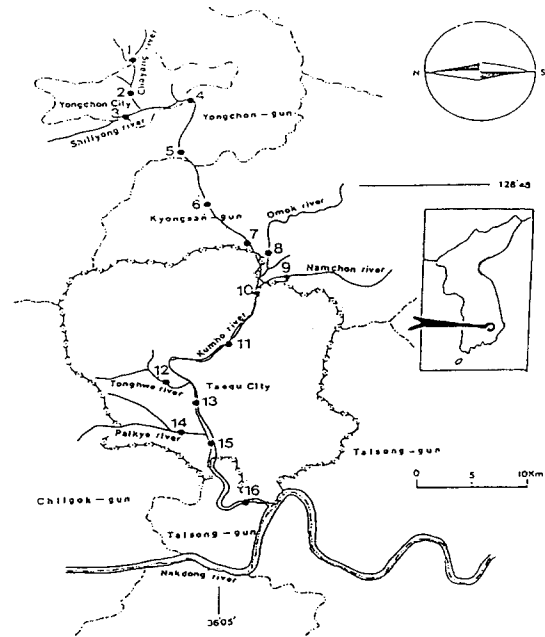


Fig. 1. Location of the sampling site in the Kumho river.

1. Danpo bridge 2. Youngdong bridge 3. Seosan bridge 4. Youngchun rail bridge 5. Kumho-up
6. Entrance of Taegu Univ. 7. Chungchun resort 8. Kyongsan 9. Seongdong bridge 10. Dongchon 11. Bullo-dong 12. Mutae 13. Mutae bridge 14. Maechun bridge 15. Paldal bridge 16. Gangchang bridge.

류가 있는 지점에서는 합류점 전의 본류 지점과 충분히 혼합된 후의 본류 지점 및 지류 지점을 각각 선정하였으며 지류가 없는 경우에는 4~5 km 거리를 두고 각각 채수 지점으로 선정하는 방법을 택하였다. 이상의 원칙으로 선정한 채수 지점의 수는 총 16개소로서 Fig. 1에 나타내었다.

## 2.2 채수 및 시료수의 전처리

시료수는 맑은 질산으로 잘 세척한 10 L들이 폴리에틸렌용기와 유리용기를 사용하여 채수하였다. 시료의 채수는 용기를 각 지점의 시료수로 여러번 잘 세척한 후 하천의 수심이 가장 깊은 수면 지점과 이 지점을 중심으로 좌우 수면폭을 2 등분한 각 지점의 수면으로부터 수심이 2 m미만일 때는 수심이 1/3되는 지점에서 채수하였다.

채수한 시료수는 수질의 변화를 방지하기 위하여 COD측정용 시료는 시료 1 l 당  $HgCl_2$  20~40 mg을 첨가하였으며, 중금속 측정용 시료는  $HNO_3$ 을 첨가하여 pH가 1정도 되게 전처리하였다.

## 2.3 측정항목 및 측정방법

본 연구에서 화학적 수질 판정의 지표가 되는 측정항목으로는 수온, 기온, pH, COD, BOD, DO, SS, 전기전도도 등의 일반항목과  $NH_3-N$ ,  $NO_2^-N$ ,  $NO_3^-N$  및  $PO_4^{3-}P$  등 영양염류 그리고 Cu, Zn, Cr, Cd, Mn, Fe, Pb, 등의 중금속류와 경도, 유지류, 합성세제(ABS), 페놀 등의 기타 오염물질 등 총 23개 항목이며, 3차년도 측정시에는 색소와 총인을 조사항목으로 추가하였다.

시료수 수질을 판정하기 위한 각 측정항목의 분석방법은 다음과 같다. 각 지점의 수질조사는 현장조사와 실험실 분석으로 나누어 수행하였다. 현장조사 항목으로는 수온, 기온, pH, DO 및 전기전도도 등이며, DO는 DO미터를 이용하여 현장에서 측정된 값을 Winkler azide법으로 보정하였다. 수온, 기온 및 전도도는 휴대용 기구를 사용하여 측정하였으며 다른 분석항목은 환경오염 공정시험법(환경청, 1992)과 부분적으로 미국의 AOAC표준법 등을 이용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

각 측정항목에 대한 지점별 수질측정의 3년간 각 지점의 산술평균치를 연차별로 Table 1~Table 3에 나타내었다.

1 차년도는 '90년 11월, '91년 1월, '91년 4월 3회 측정된 값의 산술평균치이며, 2 차년도는 '91년 6월, '91년 10월, '92년 1월 및 '92년 4월에 걸쳐 측정된 4회의 산술평균값을 나타내었다. 그리고 3 차년도는 '92년 6월, '92년 10월, '93년 1월 및 '93년 4월에 걸쳐 4회 측정된 값의 산술평균치를 나타내었다.

장기간에 걸쳐 주기적으로 여러번 측정된 수질 자료들로부터 금호강 수질의 변동과정을 항목별로 대표적인 특징만 고찰하였다.

### 3.1 일반 수질 항목

Table 1~Table 3에 나타낸 전 조사기간 동안 금호강 하천수계의 지점별 연차별 pH의 평균값을 보면, 3년에 걸쳐 그 값이 지역에 따라 7.3(site 9)에서 8.8(site 5, site 6)의 분포를 보였으며, 이 값은 상수원수 1급에 해당하는 pH 6.5~8.5의 값을 만족한다. 그러나 순간적인 측정값으로 위 상수원수 1급의 기준을 벗어난 경우는 176회 측정치 중 42회로 나타났다. pH가 9.5를 초과한 경우가 5회, pH가 5.5 이하인 경우도 3회 있다는 점을 간과해서는 안되겠다. 조사지점별, 연차별 pH 값의 특징은 발견할 수 없으며, 전반적으로 볼 때 타 지역의 pH 값과는 큰 차이가 없었다.

3년에 걸쳐 11회 측정된 지점별 BOD의 평균값 중에서 대표적인 두 지점의 측정값을 보면, 상류의 site 1에서는 0.88 ppm이었으며, 가장 오염이 심한 site 9에서는 56.20 ppm이었다. 우리나라 하천의 각종 용도별 환경기준치(환경처, 1993)를 참고하면, 상수원수 1급은 BOD와 COD 모두 1 ppm 이하여야 하며, 상수원수 2급은 3 ppm 이하, 상수원수 3급은 6 ppm 이하이다. 그리고 농업용수는 8 ppm 이하이고, 특수처리 후 사용할 수 있는 농업용수의 환경기준은 10 ppm 이하이다. 이들 환경기준치를 참고하여 이 지역 수질의 정도를 검토

Table 1. Water quality of the Kumho River(1990.9~1991.8)\*

ITEM \ SITE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pH	7.4	8.3	7.9	8.3	8.9	8.7	8.9	8.0	7.4	7.6	7.6	8.9	8.2	7.8	7.4	7.4
BOD (ppm)	1.40	4.30	3.30	4.12	4.53	4.47	3.45	6.47	110	13.5	13.3	3.65	14.9	89	17.7	30.6
COD (*)	1.72	5.57	3.74	5.29	5.23	5.35	5.11	8.32	144	18.9	12.2	3.29	19.9	88.6	25.4	36.6
DO (*)	10.5	7.9	8.4	7.7	7.3	7.5	7.4	5.9	0.9	3.9	5.3	8.8	3.9	1.6	2.9	1.5
SS (*)	1.52	4.43	3.22	3.24	2.28	4.49	2.97	3.33	120	9.56	4.45	2.31	12.7	41.0	15.9	19.3
NH <sub>3</sub> -N (*)	0.06	0.72	1.81	0.96	0.73	0.46	0.38	1.24	0.79	1.73	6.40	0.41	3.40	5.61	5.65	6.85
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (*)	0.03	0.34	0.06	0.18	0.18	0.10	0.10	0.20	0.02	0.21	0.35	0.04	0.19	0.30	0.25	0.08
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (*)	5.25	3.97	1.68	1.81	6.89	8.40	2.61	3.18	2.22	3.11	0.99	6.94	4.02	3.09	2.22	4.31
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (*)	0.01	0.11	<0.01	0.07	0.03	0.01	0.01	0.02	0.05	0.14	0.36	0.02	0.21	0.13	0.45	0.68
Conductivity (µmho/cm)	138	248	233	272	268	252	265	474	1421	521	225	328	594	585	532	802
Oil & Grease (ppm)	24.6	14.0	1.04	15.2	1.04	0.21	2.71	1.25	0.21	26.3	0.63	0.21	0.21	0.21	1.04	2.92
Phenol (*)	0.01	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.14	0.06	0.03	0.01	0.05	0.10	0.05	0.09
Copper (ppb)	11	16	10	15	13	21	22	24	183	23	13	14	20	30	33	35
Zinc (ppb)	35	24	29	58	51	32	17	51	253	57	46	58	52	407	110	163
Chrome (ppb)	2	4	3	3	9	37	1	4	8	6	10	8	5	12	10	10
Cadmium (ppb)	6	5	5	6	12	5	7	6	34	14	12	12	12	33	13	32
Iron (ppb)	ND	ND	ND	ND	10	ND	ND	ND	211	69	16	ND	41	905	162	560
Manganese (ppb)	28	24	18	45	25	19	26	146	274	203	51	31	202	360	256	339
Lead (ppb)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	60	ND	70	110	170	ND	ND
Total Hardness (ppm)	76.6	106	121	116	109	112	116	185	180	117	77.6	121	147	164	148	153

\*Above data are the mean value of three measurements, that is NOV of 1990 and JAN and APR of 1991.

해 보면, 전체 16개 지점 중에서 8개 지점이 3 ppm 이하의 BOD값으로 상수원수 2급 수질에 상당하나, 농업용수로도 사용할 수 없는 8 ppm 이상의 지점도 6개에 이른다. 특히, 남천지류에 해당하는 site 9에서의 BOD값은 56.2 ppm으로 금호강 전체지역 평균치(14.56 ppm)의 4배에 해당한다. 낙동강 수질오염에 미치는 금호강 하천수의 영향을 BOD값으로 추측해 보면 다음과 같다. 1990년 11월, 금호강의 하천수가 유입되기 전의 달성군 다사면 중곡동(강정치수장)지점의 낙동강 본류의

BOD값(환경처, 1991)은 1.8 ppm이나, 금호강 하천수 유입 후의 낙동강 본류지점인 고령교의 BOD값은 6.6 ppm이다. 같은 시기의 금호강 하류인 site 16(강창교)의 BOD값이 38.3 ppm임을 고려해 볼 때, 낙동강의 수질오염에 미치는 금호강 하천수의 영향을 짐작해 볼 수 있다.

한편, 연도별 BOD 값의 장기적인 변동추이를 나타낸 Fig. 2를 보면, 상류는 별 변동이 없으나 하류와 지류의 경우에 해가 지날수록 BOD의 값이 점진적으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 대표

Table 2. Water quality of the Kumho River(1991.9~1992.8)\*

ITEM \ SITE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pH	7.8	8.3	7.9	8.3	8.9	8.7	8.9	8.0	7.4	7.6	7.6	8.9	8.2	7.8	7.4	7.4
BOD (ppm)	0.68	0.78	1.12	2.03	1.52	1.73	1.37	3.52	44.2	8.54	7.34	1.14	8.07	34.3	10.2	12.1
COD (°)	2.16	3.74	3.75	4.81	4.47	4.93	5.01	7.41	68.0	17.0	9.93	3.23	13.0	38.8	18.3	24.4
DO (°)	11.3	10.8	10.6	9.6	9.4	9.7	9.9	8.6	3.2	7.2	7.2	10.3	7.3	3.6	6.2	4.1
SS (°)	3.58	3.83	8.00	5.11	3.80	3.60	15.5	4.17	62.4	11.6	9.11	6.54	11.1	84.4	13.8	11.6
NH <sub>3</sub> -N (°)	0.06	0.22	0.12	0.29	0.30	0.21	0.10	0.66	2.76	0.40	4.33	0.19	1.96	7.09	4.24	9.11
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (°)	0.02	0.06	0.16	0.29	0.24	0.10	0.11	0.63	0.46	0.44	0.76	0.03	0.77	1.43	0.20	1.79
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (°)	2.83	3.58	5.49	3.18	3.66	4.20	4.48	3.78	0.80	3.45	2.56	7.51	2.62	1.35	1.39	1.22
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (°)	0.02	0.04	0.03	0.07	0.06	0.03	0.02	0.03	0.18	0.15	0.86	0.02	0.19	0.17	0.34	0.55
Conductivity (µmho/cm)	133	190	240	220	298	250	250	416	1270	301	307	220	388	663	450	701
Oil & Grease (ppm)	ND	3.91	ND	ND	0.61	0.63	0.39	2.00	1.74	0.16	0.51	1.17	0.60	1.65	0.18	2.56
ABS (°)	0.56	0.65	0.70	0.66	2.27	2.98	15.68	3.20	16.24	1.25	4.07	0.46	13.98	10.69	17.82	6.97
Phenol (°)	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.39	0.06	0.03	0.01	0.09	0.28	0.26	0.14
Copper (ppb)	28	36	34	40	35	30	39	33	87	45	39	39	37	57	50	52
Zinc (ppb)	31	17	13	16	10	29	21	15	59	23	27	21	20	110	43	79
Chrome (ppb)	6	8	ND	41	23	23	26	137	142	140	24	33	16	21	117	187
Cadmium (ppb)	3	4	5	7	6	7	8	6	28	16	13	10	14	25	26	20
Iron (ppb)	52	27	13	64	24	44	12	63	275	252	28	37	39	565	131	411
Manganese (ppb)	19	29	21	21	28	34	42	34	151	37	32	27	51	185	86	88
Lead (ppb)	23	ND	ND	48	223	280	119	ND	ND	48	278	180	39	257	95	133
Total Hardness (ppm)	45.8	71.4	97.0	78.9	80.4	85.7	90.3	139	139	109	83.7	83.4	101	125	106	115

\*Above data are the mean value of four measurements, that is JUN and OCT of 1991 and JAN and APR of 1992.

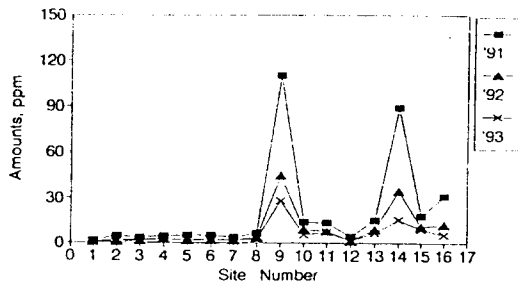


Fig. 2. Change of BOD in the Kumho river by the year from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

적으로 낙동강으로 유입되기 직전인 site 16의 경우 1 차년도와 2 차년도에는 12.12 ppm 그리고 3 차년도에는 5.23 ppm으로 점진적으로 BOD값이 감소하고 있음을 알 수 있다.

각 조사 지점별 BOD 오염의 특징은, 예상한 바대로 상류 지점의 3년 평균값은 낮은 값을 보였으며(site 1; 0.88 ppm) 하류인 site 16(강창교)에서는 16.12 ppm으로 상류에 비해 약 19 배에 이른다.

Table 3. Water quality of the Kumho River(1992.9~1993.8)\*

ITEM \ SITE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pH	7.7	7.4	7.4	7.3	8.8	9.0	7.3	6.7	7.2	7.4	7.5	8.2	8.0	7.3	7.3	7.5
BOD (ppm)	0.75	1.67	1.72	2.42	1.87	1.71	1.89	2.29	27.0	5.13	7.20	0.87	6.20	15.4	8.82	5.23
COD (°)	1.12	2.98	3.15	3.89	3.69	3.37	3.90	5.13	50.7	10.9	9.62	1.45	9.47	17.4	12.6	17.0
DO (°)	10.7	10.1	9.6	9.8	7.2	9.9	7.5	7.2	4.5	4.9	8.1	8.3	7.1	5.6	4.4	4.6
SS (°)	0.63	3.42	2.78	3.89	3.21	1.64	4.74	6.11	21.1	5.22	8.02	2.60	6.38	12.8	12.0	11.4
NH <sub>3</sub> -N (°)	0.07	0.48	0.42	1.54	0.67	0.31	0.36	2.53	7.35	2.19	3.04	0.08	5.91	8.77	8.86	11.4
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (°)	3.18	2.32	2.55	1.54	1.66	1.51	1.54	1.52	2.02	1.48	2.02	2.32	1.08	1.36	1.10	1.00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (°)	0.61	1.46	0.83	0.65	0.82	1.18	1.40	0.87	0.21	0.78	1.07	1.92	0.52	0.39	0.38	0.22
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (°)	0.04	0.04	0.02	0.08	0.16	0.06	0.04	0.04	0.18	0.06	0.24	0.11	0.17	0.32	0.18	0.31
Conductivity (µmho/cm)	172	250	300	266	289	290	285	435	1355	576	367	233	542	563	672	859
Oil & Grease (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.75	0.71	0.86	ND	2.43	5.34	3.30	3.54
ABS (°)	0.67	0.92	1.03	0.98	1.50	3.02	8.76	2.55	4.61	1.79	1.43	0.85	5.39	10.2	9.78	8.94
Phenol (°)	0.02	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.11	0.09	0.15	0.15	0.12	0.03	0.10	0.25	0.20	0.22
Copper (ppb)	6	3	5	1	10	3	6	3	12	17	20	33	24	27	17	22
Zinc (ppb)	25	11	4	22	11	12	14	23	49	17	17	22	5	30	38	47
Chrome (ppb)	ND	2	ND	ND	3	ND	115	123	75	10	18	ND	27	10	ND	55
Cadmium(ppb)	4	6	2	8	6	10	7	7	7	6	8	8	8	8	10	10
Iron (ppb)	48	59	79	70	110	104	89	91	161	184	75	63	252	183	125	316
Manganese (ppb)	27	40	45	87	40	56	90	126	82	143	91	111	85	60	87	267
Lead (ppb)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total Hardness (ppm)	80.8	98.8	125	102	103	107	95.2	122	136	136	104	98.0	133	147	141	143
Color (°)	9.6	11.6	17.1	19.9	18.2	19.4	14.5	21.2	64.3	30.8	20.7	19.6	27.5	30.4	26.9	47.4
Total-P (ppm)	0.03	0.07	0.03	0.12	0.06	0.05	0.02	0.05	0.36	0.25	0.26	0.21	0.21	0.22	1.08	1.26

\*Above data are the mean value of four measurements, that is JUN and OCT of 1992 and JAN and APR of 1993.

그리고 특기할 것은, 남천(site 9)과 팔계천(site 14)의 BOD값이 각각 56.20 ppm과 42.33 ppm으로 다른 지역보다 월등히 높음을 알 수 있다. 이 두 지천에 의한 금호강 본류 수질 중 BOD에 미치는 영향을 보면, 남천이 유입되기 전인 site 7에서의

3년간 BOD 평균값은 2.13 ppm이었으나 남천이 유입된 후의 본류지점인 site 10에서는 8.64 ppm으로 약 4.1 배로 오염도가 증가되었다. 그리고 팔계천의 경우도, 유입되기 직전인 site 13에서의 3년간 BOD값은 9.49 ppm이나 유입 후의 본류지점

인 site 15의 값은 11.76 ppm으로 두 지천으로 인해 금호강 본류 수질의 오염도가 증가되었음을 알 수 있다.

한편, 금호강 하천수의 COD값은 상류인 site 1에서 3년간 11회 측정된 평균값이 1.66 ppm이며, 하류인 site 16에서는 25.02 ppm이다. 오염이 극심한 지점은 BOD의 경우와 같이 site 9와 site 14로서 그 값이 각각 82.54 ppm 과 44.58 ppm이다. 이 값은 공단지역 하천수의 COD 값에 가깝다. 연도별, 지점별 COD값의 추이는 BOD의 경우와 비슷했다.

지점별 DO의 3년간 평균값을 보면, 상류지역인 site 1에서는 10.9 ppm이며 가장 하류지점인 site 16에서는 3.6 ppm 그리고 오염이 극심하다고 생각되는 site 9와 site 14에서는 각각 3.0 ppm과 3.8 ppm이었다.

3년에 걸친 각 조사 지점의 연차별 DO의 평균값을 보면 동절기가 하절기보다 높았으며, 연차별 변화는 해가 거듭될수록 점진적으로 DO의 값이 높아지고 있다. 이러한 결과는 앞에서 설명한 COD와 BOD값의 변화추세와 일치한다.

우리나라 하천의 환경기준(환경처,1994)에 의하면 상수원수 1급, 상수원수 2급, 상수원수 3급의 경우는 모두 SS가 25 ppm이하이면 된다. Table 1 ~ Table 3 에 나타낸 전 기간 중요 조사지점에 대한 SS의 전체 평균값을 보면, 전체 16개 조사 지점 중 14개 지점의 SS값이 25 ppm이하였으며, 하류인 site 16과 site 15에서도 각각 13.74 ppm, 13.61 ppm으로 SS 항목에 관해서는 별로 오염의 심각함을 확인할 수 없었다. 그러나 오염이 극심한 site 9와 site 14의 경우에는 평균값이 각각 63.06 ppm, 46.52 ppm으로 다른 지점 보다 그 값이 월등히 큼을 알 수 있다. 또 조사기간 동안 이들 지점에서 200 ppm을 초과한 경우도 있었음을 간과해서는 안되겠다.

물중에 포함된 전해질의 총량을 나타내는 전기전도도의 분포와 평균값을 보면, 오염이 적은 상류지역의 site 1에서는 96~215  $\mu\text{mho/cm}$ (196  $\mu\text{mho/cm}$ )이고, 하류지역인 site 16에서는 351~1,300  $\mu\text{mho/cm}$ (786  $\mu\text{mho/cm}$ )이다. 가장 높은 값을 나타낸 지역은 site 9로서 420~2,400  $\mu$

mho/cm(1,342  $\mu\text{mho/cm}$ )이었다. 각 지점에 대한 연차별 전도도 값의 변동은 지점별, 연차별에 따라 큰 변화가 없었다.

### 3.2 영양염류

하천수의 부영양화에 원인이 되는 각 영양염류의 오염정도, 장기변동 및 특징을 보면 다음과 같다.

조사기간 동안 각 지점에 대한  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 분포와 평균값 중에서 대표적인 두 지점을 보면, 상류지점인 site 1에서는 0.01~0.11 ppm(평균 0.06 ppm)이며, 하류지점인 site 16에서는 0.42~32.21 ppm(평균 9.57 ppm)이었다. 전반적으로 본류에서는 하류로 내려갈수록 오염도가 증가하였고, 지천 중에서는 남천(site 9)과 팔계천(site 14)의  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 평균값이 각각 4.20 ppm과 7.47 ppm으로 높은 값을 보였다.

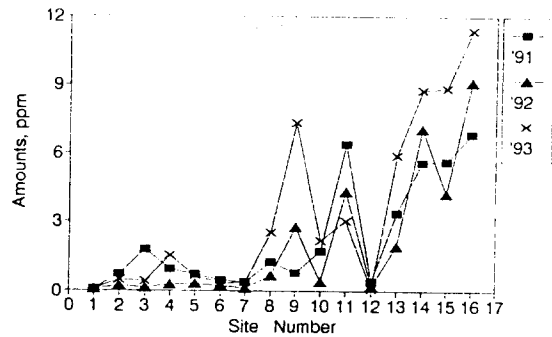


Fig. 3. Change of  $\text{NH}_3\text{-N}$  in the Kumho river by the year from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

조사기간 동안의 각 지점에 대한 연차별 변화추이를 나타낸 Fig.3 을 보면,상류에서는 큰 변화를 볼 수 없었으나, 하류지역인 site 13, site 14, site 15, site 16과 경산시의 생활하수가 배출되는 site 9에서는 해가 거듭될수록 크게 증가되는 것을 볼 수 있다. 대표적으로 site 16의 연차별 변화를 보면, 1 차년도에는 6.85 ppm, 2 차년도에는 9.11 ppm 그리고 3 차년도에는 11.38 ppm으로 오염도

가 계속 증가하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과, 아직도 생활하수에 미처리된 분뇨가 많이 포함되어 있기 때문이라 생각된다.

국립환경연구소(1983년)에서 보고한 강창교(site 16)의  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 양은 0.07~20.0 ppm(평균 7.0 ppm)으로서, 약 10년이 지난 현재의  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 값 0.42~32.21 ppm(평균 9.57 ppm)과 비교해 보면, 평균값으로 약 40% 증가된 것을 알 수 있다. 그동안 분뇨처리시설이나 하수종말 처리시설의 증가에도 불구하고  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 양은 계속 증가하고 있음을 알 수 있다.

한편, 대표적인 두 지점의  $\text{NO}_2^-$ -N와  $\text{NO}_3^-$ -N의 분포 및 평균값을 보면, 상류인 site 1에서의  $\text{NO}_2^-$ -N와  $\text{NO}_3^-$ -N의 분포와 평균값은 각각 ND~6.95 ppm(1.29 ppm)와 0.01~7.89 ppm(2.42 ppm)이며, 하류인 site 16에서의 이들의 분포와 평균값은 0.03~6.49 ppm(1.13 ppm)과 0.10~5.01 ppm(1.43 ppm)이었다. 곧 상류와 하류의 값의 차이가 별로 없다. 이러한 측정 결과는  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 경우와 그 경향이 다르다. 일반적으로 분뇨나 동물성 질소화합물이 분해하여 생성된  $\text{NH}_3\text{-N}$ 가 산화되면  $\text{NO}_2^-$ -N를 거쳐  $\text{NO}_3^-$ -N가 된다. 따라서  $\text{NH}_3\text{-N}$ 가 많은 지점에서  $\text{NO}_3^-$ -N나  $\text{NO}_2^-$ -N가 많지 않음은 측정 수역이 길지 않고 또한 산소나 미생물의 활동이 부족하여  $\text{NH}_3\text{-N}$ 가 충분히 산화되지 않은 결과로 생각된다. 이러한 경향은 박영규 등(1989)의 결과와도 일치한다. 국립환경연구소(1983) 보고에 의하면 강창교(site 16)에서의  $\text{NO}_2^-$ -N와  $\text{NO}_3^-$ -N의 분포와 평균값은 각각 0.01~0.7 ppm(0.2 ppm)과 0.02~2.5 ppm(0.6 ppm)이었다. 약 10년 후인 지금의 측정치와 비교하면  $\text{NO}_2^-$ -N와  $\text{NO}_3^-$ -N 모두 약 6배 증가되었음을 알 수 있다.

Table 1~ Table 3에 나타낸  $\text{PO}_4^{3-}$ -P의 측정분포와 평균값 중 대표적인 두 지점의 오염정도를 보면, 상류지점인 site 1에서의 분포는 ND~0.1 ppm이고 평균값은 0.02 ppm이다. 그리고 하류지점인 site 16에서는 0.04~1.11 ppm과 0.49 ppm이다. 하류지점으로 내려갈수록  $\text{PO}_4^{3-}$ -P의 측정치가 많아지며, 특히 site 11에서는 최고값인 0.02~2.29 ppm(0.51 ppm)을 보였다. 한편 연차별 변화는,

site 16의 경우 1 차년도에는 0.68 ppm, 2 차년도에는 0.55 ppm 그리고 3 차년도에는 0.31 ppm으로 점차적으로 감소하는 경향을 보였다.

한편 1년간 4회 측정된 값이기는 하지만 total-P의 평균값을 보면, site 1에서는 ND~0.03 ppm(0.02 ppm)이며, 최고값을 보인 site 6에서는 0.65~1.87 ppm(1.26 ppm)이었다.

### 3.3 특수 항목

유지류와 합성세제는 하천 수면에 막을 형성하여 산소의 유입을 차단하고, 폐놀은 미량이 있더라도 정수과정에서 소독용으로 사용된 염소와 반응하여 클로로페놀을 생성하여 강한 악취를 발생하므로 이들의 오염정도, 장기변동 및 오염의 특징을 살펴보았다. 조사기간 중의 두 지점에 대한 유지류 분포와 평균값을 보면 site 1에서는 ND~67.5 ppm(6.70 ppm)이며 site 16에서는 ND~10.4 ppm(3.01 ppm)이다. 유지류에 의한 오염의 특징은 전 조사기간에 걸쳐 총 176개의 측정치 중에서 110개가 ND로 나타나 유지류가 다량인 경우가 지역과 계절에 상관없이 불규칙하게 분포되었다는 점이다. 이러한 결과는 유지류에 의한 오염은 별 문제가 되지 않는다는 점과 오염의 제공자가 점오염원이 아니라 비점 오염원을 추측할 수 있다.

한편, 합성세제(ABS)의 각 지점별 분포와 평균치를 보면, site 1에서는 ND~1.12 ppm(0.52 ppm)이고, site 16에서는 0.31~18.43 ppm(8.28 ppm)이었다. 하류로 내려갈수록 합성세제의 양이 많아졌으며, 특히 site 7와 site 15에서는 각각 0.01~31.36 ppm(11.07 ppm)과 0.21~19.64 ppm(12.46 ppm)으로 전 지점 중에서 높은 값을 나타내었다. 합성세제의 연차별 변화를 보면, 상류지점에서는 큰 변화가 없으나 ABS의 오염이 컸던 site 15의 경우 2 차년도는 17.82 ppm이었으나 3 차년도에는 9.78 ppm으로 오염도가 많이 줄었음을 알 수 있다.

중요 지점에 대한 월별 폐놀량의 분포와 평균치를 보면, 상류지점인 site 1에서는 ND~0.04 ppm(0.01 ppm), 하류지점인 site 16에서는 ND~0.37 ppm(0.17 ppm)이었으며, site 9와 site 14에서



가장 높은 값으로서 각각 0.01~0.65 ppm(0.24 ppm)과 ND~0.71 ppm(0.23 ppm)을 보였다. 하류로 내려 갈수록 오염도가 증가했으며, 다른 측정항목과 마찬가지로 site 9와 site 14의 높은 오염도를 볼 수 있다. 각 지점의 연차별 오염의 변동 추이를 나타낸 Fig.4를 보면, 폐놀사태 이후에도 전반적으로 폐놀의 오염이 증가추세에 있음을 알 수 있다. site 16의 경우, 1 차년도에는 0.09, 2 차년도에는 0.14 그리고 3 차년도에는 0.22 ppm으로 증가폭이 큼에 유의해야 한다. 폐놀 오염이 극심한 남천과 팔계천이 금호강 본류 수질에 미치는 폐놀 오염의 영향을 보면, 남천이 유입되기 전인 site 7에서는 3년간 평균값이 0.05 ppm이었으나 유입 후인 site 10에서는 0.09 ppm으로 약 2 배

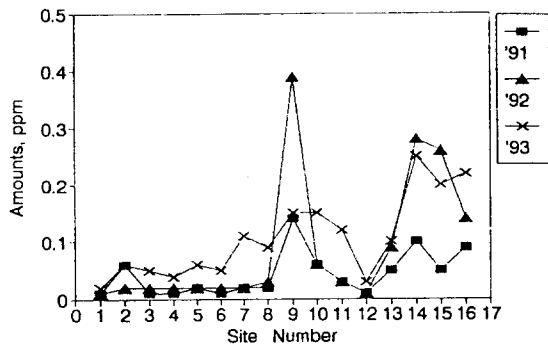


Fig. 4. Change of phenol in the Kumho river by the year from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

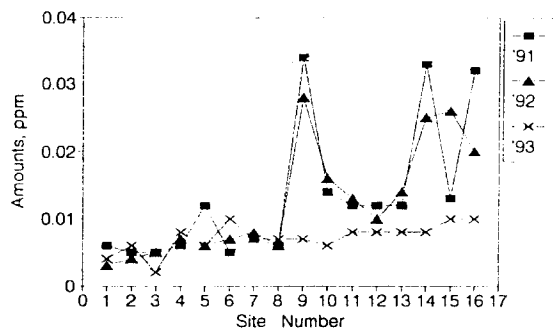


Fig. 5. Change of cadmium in the Kumho river by the year from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

정도로 오염이 증가되었음을 알 수 있다. 그리고 팔계천의 경우도, 유입전의 site 13에서는 0.08 ppm이나 유입후의 site 15에서는 0.17 ppm으로 약 2배 정도의 오염증가를 나타내었다.

### 3.4 금속류

수중에 적은 양이 있더라도 수중 생물체에 농축되어 큰 피해를 주는 각종 금속류의 오염정도, 장기적인 변화추세 및 여러가지 오염 특징을 살펴보았다.

중요 지점에 대한 구리의 분포 및 평균량을 보면, site 1에서는 ND~0.071 ppm(0.015 ppm)이고, site 16에서는 ND~0.097 ppm(0.036 ppm)이었다. site 9에서 최고치를 나타냈으며, 그 값은 0.021~0.274 ppm(0.086 ppm)이었다.

한편, 각 지점에 대한 아연 함량의 분포와 평균량의 경우 site 1에서는 ND~0.065 ppm(0.030ppm)이었고 site 16에서는 0.016~0.215 ppm(0.090 ppm)이었다. 최고치를 보인곳은 site 14로서 그 값은 0.011~0.837 ppm(0.162 ppm)이었다.

각 지점의 연차별 변동추이를 보면, 구리와 아연 모두 미약하나마 점진적으로 감소하고 있다. site 16의 경우, 1 차년도의 구리와 아연의 함량이 각각 35 ppb 와 163 ppb이며, 2 차년도에는 62 ppb와 79 ppb 그리고 3 차년도에는 22 ppb와 47 ppb였다.

총 크롬에 대한 3년간의 함량분포와 평균치를 보면, site 1에서는 ND~0.022 ppm(0.003 ppm)이고, site 16에서는 ND~0.584 ppm(0.090 ppm)이었다. 최고치를 보인 곳은 site 8로서 함량이 ND~0.463 ppm(0.095 ppm)이었다. 특징적인 것으로는 site 8과 site 9가 높은 크롬의 농도를 나타내고 있다는 것이다. 이 두 지점은 금호강 중류에 위치한 지류임에도 불구하고 이렇듯 높은 오염도를 보이는 것은 인근의 공장폐수로 인한 것으로 생각된다.

이따이 이따이 병을 일으키는 물질로 널리 알려진 카드뮴의 분포와 평균치를 보면, 상류인 site 1에서는 ND~0.017 ppm(0.004 ppm)이고, 하류인 site 16에서는 ND~0.078 ppm(0.020 ppm)이었다.

높은 오염도를 나타낸 지점은 site 9와 site 14로 각각 ND~0.075 ppm(0.022 ppm)과 ND~0.065 ppm(0.021 ppm)이었다. 주목해야 할 것은 하천의 환경 기준치인 0.01 ppm을 이미 초과한 지점이 총 16개 지점 중에서 무려 7개 지점에 이른다는 사실이다. 그러나 다행스러운 것은, 각 지점별 연차적인 추이를 볼 때(Fig.5) 해가 거듭될수록 카드뮴의 양이 감소하고 있다는 점이다. 곧 site 16의 경우에 1차년도는 32 ppb, 2차년도에는 20 ppb 그리고 3차년도에는 10 ppb였다.

물의 색깔이나 맛에 큰 영향을 주는 철 함량의 분포와 평균치를 보면, 상류인 site 1에서는 ND~0.121 ppm(0.04 ppm)이고, 하류인 site 16에서는 0.113~0.649 ppm (0.403 ppm)이었다. 지점별 철의 양은 하류로 갈수록 증가하였다. 또한 철의 연차별 변동추이를 보면, 상류지점인 site 2에서는 1차년도에 ND, 2차년도에 0.027 ppm, 3차년도에 0.059 ppm으로 점차 증가하는 추세이나 하류 지역인 site 16에서는 각각 0.560, 0.411, 0.316 ppm으로 크게 감소하고 있음을 알 수 있다.

한편 망간은 철에 비해 제거가 곤란하며 미량에서도 물에 색을 띄게 하며 관내에 축적하여 폭수의 원인이 되기도 한다. 중요 지점에 대한 망간의 분포와 평균치를 보면, site 1에서는 ND~0.064 ppm (0.024 ppm) 그리고 site 16에서는 0.032~0.043 ppm(0.221 ppm)이었다. 중류지점인 site 9에서의 분포와 3년간 평균값이 0.054~0.372 ppm(0.159 ppm)으로서 꽤 높은 값을 나타내었으며 하류로 내려갈수록 망간의 양은 급격히 증가하였다.

중요 지점에 대한 연차별 망간의 변동추이를 보면, 상류지역인 site 2에서는 각 연도별로 0.024, 0.029, 0.045 ppm으로 해가 거듭될수록 소폭이나마 증가하는 추세이고, 하류지역에서는 0.256, 0.086, 0.087 ppm으로 많이 감소하고 있다.

마지막으로 중요 지점에 대한 납의 함량 분포와 평균치를 보면, 상류지역인 site 1에서는 ND~0.07 ppm(0.007 ppm)이고 하류지역인 site 16에서는 ND~0.39 (0.053 ppm) 이었다. 전체 조사기간동안의 160회 측정중에 거의 대부분인 139회에서 납이 검출되지 않은 점을 고려할 때 납의 오염은 없다

고 할 수 있다.

### 3.5 금호강 하천수 오염의 계절별 특징

금호강 수질의 계절별 오염 특징을 살펴보기 위하여, 1990년부터 1993년 까지 총 11회 측정된 자료를 계절별로 산술평균하여 Fig.6~Fig.10에 나타내었다.

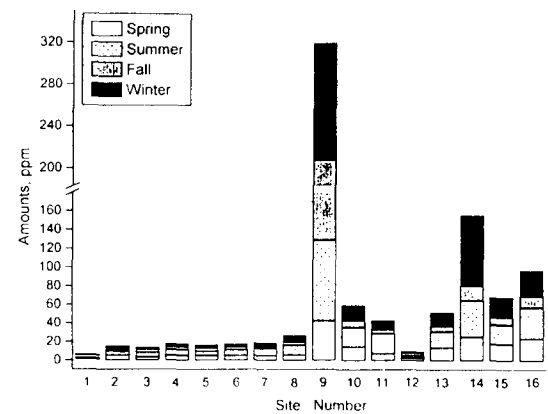


Fig. 6. Seasonal variations of COD in the Kumho river by sampling site from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

Fig.6에 나타난 COD의 계절별 특징을 보면, 비교적 오염이 작다고 생각되는 상류지점(site 1~site 8)과 site 12에서는 계절별 COD 오염의 변동 폭이 작았다. 그러나 오염이 극심한 site 9와 하류지점(site 14, 15, 16)에서는 계절별 변화폭이 컸으며 특히 여름철과 겨울철에 높은 오염도를 보였다. 전 조사지점에 걸쳐 나타난 계절별 COD 오염의 특징을 보면, 사계절 중에서 COD 오염이 여름에는 높았고(16개 지점 중 11개 지점에서 최고치) 가을에는 낮은 값을 보였다(16개 지점 중 13개 지점에서 최소치).

한편 Fig.7에 나타난 BOD의 계절별 특징을 보면, 지점별 전체적인 오염도의 경향과 상류의 오염 변동폭이 작고 하류에서는 오염 변동폭이 큰 것은 COD의 경우와 같다. 그러나 계절별 BOD 오염의 경향은 다르게 나타났다. 즉 BOD의 경우 최고

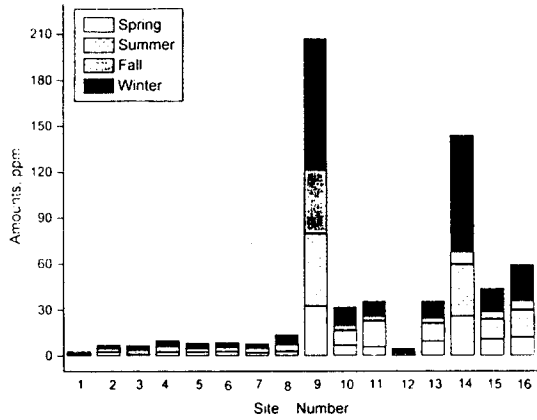


Fig. 7. Seasonal variations of BOD in the Kumho river by sampling site from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

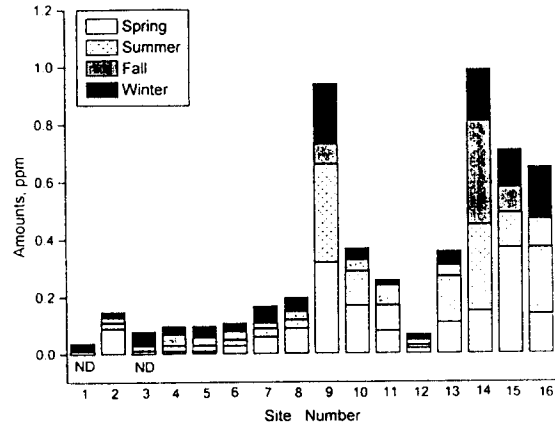


Fig. 9. Seasonal variations of phenol in the Kumho river by sampling site from 1991 to 1993. ND indicates no detectable value and site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

치를 보인 계절은 겨울(총 16개 지점에서 10지점에서 최고값을 보임)이었고, 최저치를 보인 계절은 가을(총 16개 지점에서 14지점에서 최하값을 나타냄)이었다.

COD와 BOD 모두 최저치를 보인 계절이 가을인 것은 7, 8월의 우기 이후에 하천의 유지 수량이 다른 계절에 비해 많아진 결과로 생각된다. 그러나 최고치를 보인 경우가 COD 와 BOD 항목에서 여름과 겨울로 다르게 나타난 것은, 생활하수에 포함된 유기물에 의한 영향이 여름철보다 유지 수량이 적은 겨울철에 크게 기여한 것으로 생각된다.

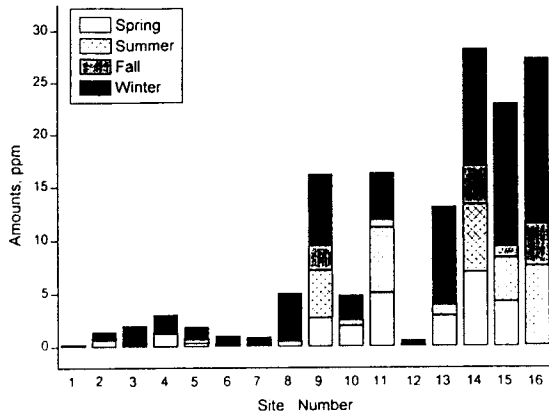


Fig. 8. Seasonal variations of NH<sub>3</sub>-N in the Kumho river by sampling site from 1991 to 1993. Site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

Fig. 8에 나타난 NH<sub>3</sub>-N의 계절별 오염 특징을 보면, 사계절 중 겨울철에 높은 오염도를 보였고(16개 지점 중 15개 지점에서 최고치를 보임) 가을철에는 낮은 오염도를 나타내었다(16개 지점 중 10개 지점에서 최저치를 보임). 이러한 결과는 계절에 따른 평시 하천 유량의 차이에 의한 결과라 생각된다. COD와 BOD의 계절별 오염특징과 다른 점은 오염이 적을 것이라 생각했던 상류지역에서도 비교적 높은 오염도를 보였으며 더우기 계절에 따른 변동폭이 크다는 것이다. 이러한 결과는 NH<sub>3</sub>-N의 경우 하천의 중상류까지 오염이 확대되었고 넓은 지역에서 하천수의 유량에 큰 영향을 받고 있다는 점에서 유지수 확보에 보다 많은 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

Fig. 9에 나타난 페놀의 계절별 오염특징은 앞에서 설명한 COD, BOD 및 NH<sub>3</sub>-N와는 달리 하천의 유량에 큰 영향을 받지 않는다는 것이다. 즉 계절별 최고치와 최저치가 특정 계절에 편중되어 있지 않았다. 이런 가운데서 비교적 오염도가 적은 상류지역에서는 겨울에 최고치를 보였고, 중하류에서는 봄과 여름에 최고치를 보였다. 이러한 결과는, 상류에서 나타나는 적은 양의 페놀은 아스팔트 등에서 유출된 일반 하천수의 특징으로 생각되나 지천 상류에 공장지대가 있는 site 9와 금호강 하류에서는 많은 양의 페놀이 검출되고 이들

측정치가 하천의 유량과 무관한 것으로 보아 관련 산업체에서 무단 방류하는 산업폐수의 영향으로 추정된다.

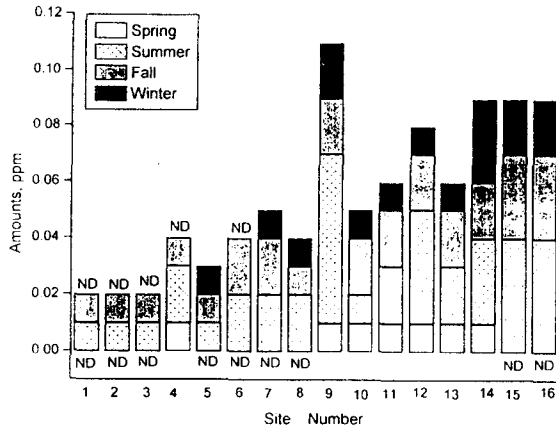


Fig. 10. Seasonal variations of cadmium in the Kumho river by sampling site from 1991 to 1993. ND indicates no detectable value and site 3, 8, 9, 12, 14 are branch streams.

Fig. 10에 나타난 카드뮴의 계절별 오염 특징을 보면, 전반적으로 적은 양이기는 하지만 봄과 겨울에는 낮은 값을 보였고 여름과 가을에는 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 하천의 평시 유량과 반대되는 것으로 특정 산업체에서 무단 방류되는 산업폐수의 영향인 것으로 추측된다.

### 3.6 금호강 수질 환경 개선을 위한 제안

해가 거듭될수록 BOD, COD, SS 및 카드뮴 등 대부분의 조사항목의 오염치가 줄어들고 있는 것은 수질환경에 대한 국민들의 관심과 당국의 단속 및 제반 수질 환경 개선 사업의 결과라고 생각한다. 앞으로 더 많은 관심과 투자가 병행되어야 할 것이다. 주목할 것은 남천과 팔계천 등 지천에 의한 오염이 증대되고 있다는 것이다. 이들 지천의 하수 및 산업폐수처리를 위한 시설 확충에 박차를 가하여야 할 것이며, 특히 팔계천의 경우 지천 상류에 30만명 규모의 대단위 신도시가 건설중이므로 초기단계 부터 적절한 규모의 하수처리 시설이

완비되어야 할 것이다.

대부분의 수질 항목들의 오염치가 줄어들고 있는 반면,  $\text{NH}_3\text{-N}$ 와 페놀의 오염도가 증가하고 있는 것은 분뇨처리시설 용량의 부족과 특히 성능이 미흡한 정화조를 과신한 결과로 생각된다. 따라서 분뇨처리시설의 대폭적인 증설과 완벽한 처리능력을 갖춘 정화조의 보급과 관리 점검이 필요할 것으로 생각된다. 특히 문제가 된 페놀의 경우 적은 양이기는 하나 아직도 하천수에서 검출되며 점차로 그 양이 증가하고 있다는 사실이다. 이것은 관련 산업체의 배출수에 의한 것으로 생각되며, 적절한 단속과 감시망의 확충이 요망되는 부분이다.

금호강 수질 개선을 위하여 가장 시급한 것은 하천의 자정능력을 제고시키는 것이다. 금호강은 하천의 경사도가 완만하고 평시 유량이 절대적으로 부족하여 많은 양의 오수가 고여 있는 실정이다.

더우기 하천의 정비가 불량하고 많은 생활쓰레기를 비롯한 고형폐기물이 하상에 산재하여 부식 침출함으로써 수질의 오염을 가속시키고 있다. 따라서 하천의 자정능력을 증대시키기 위해서는 하천을 깨끗이 정비하고 가꾸는 일과 적정량의 유량을 확보하는 것이다.

정부가 계획하고 있는 임하댐의 물을 영천댐으로 끌어 들여 금호강의 유지수를 확보하는 사업이 시급히 완공되어야 할 것으로 생각한다. 그리고 수질 환경의 변화와 특징을 파악하여 적절히 대처하기 위한 보다 다양한 수질 조사와 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

## 5. 결 론

금호강 하천수의 수질오염현황을 종합적으로 조사하기 위하여 1990년 9월부터 1993년 8월까지 3년간 11회에 걸쳐 총 25개 항목의 수질을 측정하고 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전 조사지점에 대한 각 항목의 3년간의 분포와 평균치를 보면 다음과 같다. 수온은 0~33.0, 16.6 °C, pH는 7.3~8.8, 7.9, BOD는 0.88~56.2,

10.85 ppm이었고, COD는 1.66~82.54, 15.40 ppm, DO는 3.0~10.9, 6.6 ppm, SS는 1.94~63.06, 12.55 ppm이었다. 그리고 유지류의 경우에는 0.28~7.48, 2.36 ppm, 합성세제(ABS)는 0.52~12.46, 4.68 ppm이고 페놀은 0.01~0.19, 0.08ppm이었다. 최고치를 보인 곳은 가장 하류인 site 16이었다.

2. 영양염류인  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  및 T-P의 3년간 오염의 분포와 평균값은,  $\text{NH}_3\text{-N}$ 는 0.06~9.11, 2.61 ppm,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 는 1.32~5.46, 2.63 ppm,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 는 0.52~1.04, 0.80 ppm,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 는 0.02~0.51, 0.15 ppm, Total-P는 0.02~1.87, 0.27 ppm이었다.  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  및 T-P은 하류로 내려올수록 오염도가 증가하였으나  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 와  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 는 상류에서 더 높은 오염도를 보였다.

3. 여러가지 금속류의 3년간 오염분포와 평균값은, Cu는 0.015~0.086ppm(0.03 ppm), Zn는 0.014~0.108 ppm(0.051 ppm), Cr은 0.001~0.095ppm(0.034 ppm), Cd은 0.004~0.022 ppm(0.011 ppm), Mn은 0.024~0.0221ppm(0.088 ppm), Fe은 0.034~0.403 ppm(0.148 ppm), Pb는 ND~0.154ppm(0.051 ppm)이었다. 특히 생물체에 큰 영향을 주는 Cd, Cr, Pb 등은 중류와 상류의 많은 지점에서 검출되지 않았다.

4. 각 지점에 대한 하천수 오염의 특징은 예상한 바와 같이 상류에서 하류로 내려올수록 오염의 정도가 심화되고 있었다. 이렇게 일반적인 경향을 보인 항목들은 SS, 경도, DO, BOD, COD, 전기전도도, 색도, 합성세제, 페놀,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , 총인,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , 구리 및 아연 등 금속류 등이다. 그러나 수온, pH 및  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  등은 지점별 큰 차이를 볼 수 없었다. 그리고 유지류와  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 은 상류지점에서 예상외로 높은 오염도를 보였다. 가장 특징적인 것은 거의 모든 측정 항목에서 site 9(남천)와 site 14(팔계천)의 높은 오염도이다. 이들 지역의 오염도는 전체 평균치의 수십배에 이른 값으로 금호강 하천수의 수질오염에 가장 큰 오염 제공처임을 알 수 있다.

5. 하천 수질의 연차별 오염추이를 보면, 수온, 전기전도도, 페놀,  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$  은 해가 거듭될수록 증가하였고, pH, 경도, Fe, Mn은 보합상태

이며, COD, BOD, SS, 유지류, 합성세제,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , Cu, Zn, Cr, Cd, Mn, Fe, Pb 은 감소하는 경향을 보였다.

6. 중요 항목에 대한 계절별 오염 특징을 보면, COD, BOD 및  $\text{NH}_3\text{-N}$ 는 하천의 평상시 유량이 많은 가을에 낮은 오염도를 보였고 유량이 적은 겨울에는 높은 오염도를 나타내었다. 그러나 페놀과 카드뮴의 경우에는 하천의 유량과 무관하게 여름과 가을에 높은 오염도를 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 과학재단 연구비(KOSEF 90-0500-13)의 지원으로 수행되었습니다. 재단의 지원에 감사드립니다. 그리고 3년간 연구에 동참한 학생 여러분께 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 강화신, 1988, 금호강 유역의 오염원 특성에 관하여, 세계 환경의 날 1988 심포지움, 중대구 청년 회의소, 29-52.
- 국립환경연구소, 1983, 전국 주요 하천 기초조사
- 박영규, 1978, 대구 도시권 하천수의 수질 오염 현황과 수질 보전 대책, 영남대학교 학위논문집
- 박영규, 이철희, 1987, 금호강 저질중에 함유된 구리의 오염경로, 환경연구(영남대학교) 6(2), pp.135-150.
- 박영규, 이철희, 1989, 금호강 수질 개선방안에 관한 연구, 건설부 한국수자원공사.
- 송승달, 1984, 금호강 유역의 수질, 토양 및 무우의 중금속 함량에 관한 연구, 경북대학교 보건대학원, 학위 논문집.
- 이순탁, 1988, 금호강 유역 환경보전대책(하천유역의 보전방향), 세계 환경의 날 1988 심포지움, 중대구 청년회의소, 95-116.
- 이정재, 최정, 1986, 금호강 유역의 수질과 하상오

- 니, 토양 및 농작물 중의 중금속 함량 조사, 한국환경농학지, 5, 30.
- 이철희, 1988, 금호강의 수질 현황과 장래, 세계 환경의 날 1988 심포지움, 중대구 청년회.
- 의소 : 7-28.
- 환경처, 1991, 한국 환경연감.
- 환경처, 1992, 수질오염 공정시험법.
- 환경처, 1993, 한국 환경연감.