

구미지역 하천수 오염실태에 대한 조사연구

금오공대 생산기술연구소
교수 장진해

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 수온(Temperature)

수온은⁹⁾ 그 자체 뿐아니라 농업, 공업 등의 물 이용목적에 따라 중요한 의미가 있으며 물의 여러가지 물리화학적 및 생물학적 현상을 다스리는 요소이다. 용존 산소의 포화량이 수온에 지배됨은 물론이고 유기오염물질의 정화속도는 일반적인 수온 범위 내에서는 온도의 상승에 비례하여 커지며 동일 농도의 독성에 의한 어류의 생존기간은 수온의 상승에 의해 현저히 짧아진다. 즉 온도가 높을경우 수중의 산소 용해도가 낮아지는 반면 미생물의 호흡율은 증가하고 침전도 증가하여 오염물이 축적되어 결국 물고기가 살 수 없을 정도로 수중 산소의 양이 낮아지고 DDT, Warfarin, Azinphosmethyl 등 폐수중에 함유된 물질의 독성이 증가하게 된다. 그반면 수온이 낮은 경우에는 혼탁을 제거하기 위해 사용한 $Al_2(SO_4)_3$ 의 효율이 낮아지고^{10,11)} Chloramine의 살균효과도 저하됨이 보고된바

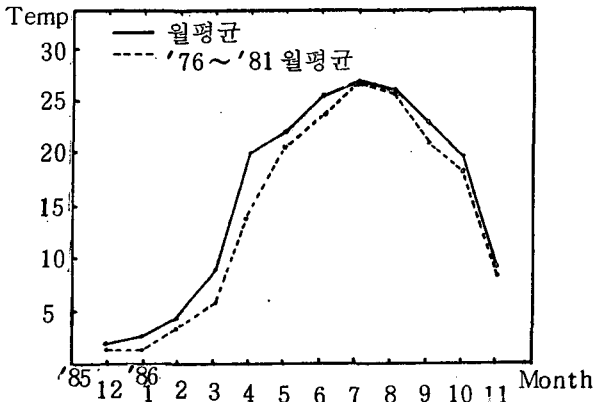
있다. 일반적으로 5~35℃ 범위에서 온도가 10~15℃ 증가하면 생물학적 활동율이 2배로 되고 40℃ 이상이 되면 Thermophilic growth가 시작된다. 중온성 Bacteria는 10~40℃의 온도에서 생존할 수 있으며 최적온도는 37℃이고 고온성 Bacteria는 45~75℃에서 자랄 수 있으며 55℃ 정도에서 최적온도이다.¹²⁾

이미 공포된 환경보전법 시행규칙 제7조(배출허용기준)에 의하면 모든 공업 시설로부터의 배출허용 온도는 40℃ 이하이며, 미국의 경우 오하이오강 유역수위생위원회(ORSANCO)가 정한 수중 생물 자문 특별위원회의 수산용수 기준의 경우 최고 34℃ 이하이며 12~4월 동안에는 23℃ 이하로 되어 있다.

본 연구의 결과는 현장에서 직접 측정하여 여름에는 제일 낮은 온도를 겨울에는 제일 높은 온도를 그 때의 수온으로 하였다.¹³⁾ 위치에 따른 월별, 계절별 수온은 <표-7>과 같다.

〈표-7〉 월평균 수온 변화

위치	월											평균	최고	최저	
	'85 12	'86 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11
1	2.0	2.5	4.2	8.4	20.2	21.6	25.3	27.7	26.6	23.2	18.5	8.0	15.7	27.7	2.0
2	1.8	2.8	3.8	8.0	19.8	22.0	25.8	26.8	26.3	23.0	19.2	7.8	15.6	26.8	1.8
3	2.2	2.2	4.6	8.2	19.0	22.0	25.5	26.8	27.0	23.6	19.0	8.7	15.7	26.8	2.2
4	2.6	3.0	5.2	7.6	20.0	22.6	26.2	27.2	26.6	23.2	18.8	9.0	16.0	27.2	2.6
평 균	2.2	2.6	4.5	8.1	19.8	22.1	25.7	27.1	26.6	23.3	18.9	8.4	-	-	-
'76~'81년 까지의 월평균	1.5	1.5	3.8	6.1	14.2	20.4	23.6	26.8	26.1	21.4	17.0	7.4	14.2	26.8	1.5



〈그림-3〉 월평균 수온의 변화곡선

위표에서 나타난 바와 같이 계절에 따라서 심한 수온의 변화를 볼 수 있고, 위치에 따라서는 단지 1°C 안팎의 변화밖에 관찰할 수 없었다. 지난 76~81년까지의 월평균과 86년도의 결과를^{14,15,16)} 비교하여 보면 작게는 0.5°C에서부터 크게는 5.6°C까지 각 월별로 평균수온이 증가하였는데 이는 공단 주변의 폐수로 인해 점차 낙동강이 오염되어감을 볼 수 있다.

2. 수소이온농도(pH)

$$\text{수소이온농도는 } \text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = -\log[\text{H}^+]$$

로 표시되며 ($[\text{H}^+]$ 는 mol/l이다) pH가 산성일수록 0에 가까우며 염기성일수록 14에 가깝게 나타나고 그 값이 7일 때는 중성이다. 일반적으로 오염이 안된 자연수는 pH=4~9의 범위에 있으며 오염되는 정도에 따라 범위 밖의 수치를 나타낼 수도 있다. 물을 산성으로 하는 인위적인 원인¹⁷⁾ 무기산을 포함하는 공장폐수

나 유기산 발효를 일으킨 농후한 유기성 폐수의 유입 등이 생각되며, 자연적 원인으로서는 산성수의 유입이라든가 유탄광의 산화에 의한 황산의 유입이나, 식물체의 불완전 분해로 생성된 부식산이 원인인 경우도 있다. 또 염기성화의 원인으로는 염기폐수의 유입이나 석탄암의 영향 등도 생각할 수 있다. 미생물이나 수중생물들은 특정한 범위의 pH 범위에서만 생존할 수 있으며 대부분의 경우 강산이나 강염기성 조건에서는 생존이 불가능하므로 오염 물질이 분해하면서 자랄 수 있는 적합한 pH 범위가 항상 유지되어야 하는 것이 중요하다.

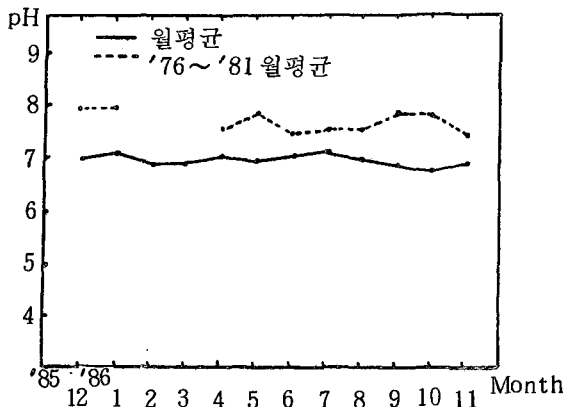
이미 공포된 환경보전법 시행규칙 제 7조(환경기준)에 의하면 상수원수(1,2,3급), 수영용수, 수산용수(1,2급)의 pH 기준은 6.5~8.5이고 공업용수(2,3급)와 농업용수인 경우에는 6.0~8.5이다. 또한 수도법에 의한 수질 기준 등에 관한 규정중 과도한 산성이나 알칼리성에 관한 사항에 의하면 수소이온농도는 pH 5.8~8.0으로 정하고 있으며 외국의 경우를 비교하면¹⁸⁾ 미국은 pH 7.0~10.6으로 일본은 5.8~8.0이다.

위치에 따른 월별 계절별 수소이온농도는 <3-8>과 같다.

pH의 월평균값은 지난 '76~'81년 사이의 값보다^{14,15,16)} 조금 산성화되었으며 대체적으로 계절이나 월별에 관계없이 일정한 pH값을 나타내었다. 또한 우리나라 하천수 수질 기준으로 볼 때 구미시 주변의 낙동강 수계는 pH 허용 범위내에 있다고 볼 수 있다.

<표-8> 월평균 수소이온농도 변화

위치	월													평균	최고	최저
	'85	'86	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	6.8	7.2	6.8	6.9	7.0	7.0	6.8	7.0	7.0	6.4	6.8	6.9	6.9	7.2	6.4	
2	7.0	7.5	6.9	6.7	7.0	6.9	6.9	7.0	6.9	6.8	6.5	6.9	6.9	7.5	6.5	
3	7.2	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	7.2	7.0	6.6	6.9	6.7	6.5	6.9	7.2	6.5	
4	6.9	7.0	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	7.2	6.8	6.7	6.4	6.8	6.8	7.2	6.4	
평 균	7.0	7.1	6.8	6.8	7.0	6.9	7.0	7.1	6.8	6.7	4.6	6.8	-	-	-	
'76~'81년 까지의 월평균	7.9	7.9	-	-	7.5	7.7	7.4	7.5	7.5	7.7	7.7	7.4	7.6	7.9	7.4	

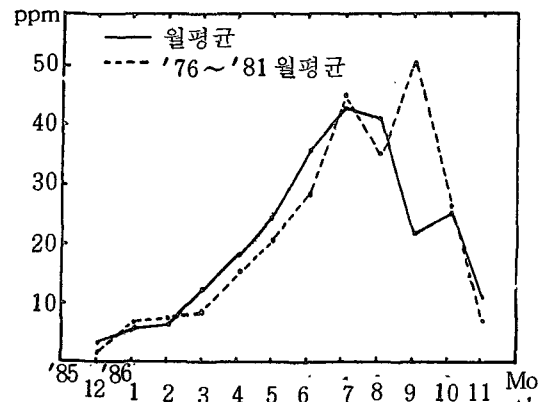


<그림-4> 월평균 수소이온농도의 변화곡선

3. 탁도 (Turbidity)

탁도는 토사나 기타 부유물질의 혼입, 용존 물질의 화학적 변화 등에 의하여도 생기지만 점토질 토양의 탁도가 일반적이다. 완만히 흐르는 경우의 유입수는 탁도가 30ppm 이하이어야 하며 급하게 흐르는 경우는 5ppm 이하이어야 한다. 탁도가 너무 적으면 약품 침전시 플로크 (floc) 형성이 잘 되지 않으며 고탁도 1,000

ppm 이상에서는 약품처리가 곤란해진다. 또 세균이 탁질 피막에 들어가서 염소 소독의 효과를 낼 수 없다는 것도 이미 보고된 바 있다. 본 연구 대상인 낙동강은 상류(1,2 위치)가 비교적 급히 흐르는 유역이며 3,4 위치는 매우 완만한 흐름을 보여주는 유역이다. 수도법에 의한 수질기준 등에 관한 규정중 무색, 투명하지 아니할 것에 관한 사항에 의하면 탁도는 그 도를



<그림-5> 월평균 탁도의 변화곡선

<표-9> 월평균 탁도 변화

위치	월													평균	최고	최저
	'85	'86	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	3.0	7.5	8.5	8.5	17.2	23.2	30.2	41.5	38.7	21.3	22.5	12.1	19.5	41.5	3.0	
2	2.5	7.0	8.0	12.7	15.6	22.5	34.3	40.8	39.0	20.5	26.2	12.8	20.2	40.8	2.5	
3	2.3	8.6	8.4	13.0	20.6	27.2	36.2	40.0	42.3	22.6	24.5	12.7	21.5	42.3	2.3	
4	2.5	8.8	9.0	15.5	18.7	23.5	37.2	45.6	43.2	23.3	24.9	13.9	22.2	45.6	2.5	
평 균	2.6	8.0	8.5	12.4	18.0	24.1	34.5	42.0	40.8	21.9	24.5	12.9	-	-	-	
'76~'81년 까지의 월평균	1.0	8.6	8.8	9.2	15.8	20.1	28.6	44.9	35.2	50.1	25.6	6.8	21.2	50.1	1.0	

넘지 아니할 것으로 규정되어 있으며 미국의 경우 10 이고 일본은 1로 규정되어 있다.

위치에 따른 월별, 계절별, 탁도는 <표-9>와 같다.

월별로 비교하여 보면 온도가 올라감에 따라 탁도도 증가하여 7,8월에 가장 큰 값을 나타내는데 이는 여름철 강우시 지표면의 각종 이물질이 섞였거나 또는 낙동강 상류로부터 부유물의 유입으로 인한 것이며 위치 1보다 하류인 위치 4에서 대체적으로 탁도가 증가되는 현상의 역시 공단의 폐수에 의한 오염에 기인된다.

4. 중금속 (Heavy Metal)

중금속에는 여러가지가 있으나 우리 주변의 생태계에 직접적으로 영향을 미치는 것은 수은, 납, 크롬, 망강, 코발트, 니켈, 철, 구리, 아연 등이 있으며, 이것들의 독성은 금속 그 자체에도 있지만 오히려 이온 상태로 존재할 때 더욱 치명적이다. 이미 중금속 오염은 사회적인 큰 물의를 일으켰는데^{19,20)} 그 예를 들면 1960년대 일본에서 발생한 카드뮴 중독이라든가, 미나마

타 지방의 Vinyl Chloride 제조 공장에서 흘러나온 수은에^{19,20)} 오염된 물고기와 어패류를 통해 120여명이 중독되고 43명이 사망한 일 등은 사회적인 문제로까지 발전한 일이 있다. 몇 가지 중금속들은 효소의 활성화에 관여하는 상호작용기로 쓰이며 생물체내에서 일어나는 대사과정의 필수 요소로 작용하게 된다. 그러나 극소량이라고 해도 이것이 축적되어 생태계나 수질 또는 토양에 유입이 될 경우에는 먹이연쇄 과정을 통해 생물체에 농축이 되어 결국 필수 대사 과정에 악 영향을 끼치게 된다. 이들 중금속은 그 농도가 높더라도 눈에 띄지 않아 자연경관을 해치거나 수중식물을 단 시간내에 죽이지 않는다. 그러나 수산동물이나 인체에는 저 농도에서도 치명적이기 때문에 상수도 용수는 물론 농업 및 수산용수에서도 엄격히 제한하고 있다.

따라서 세계 각국은 이들 중금속의 배출허용 기준을 정하고 있는데 우리나라의 경우를 미국의 상수도 허용기준(APHA, 1981)이나 일본의 예와 비교하여 보았다.²⁾

<표-10> United States Public Health Service standards for chemical contamination of drinking water.

Motal	Suggested Limit(mg/l)	Unacceptable(mg/l)
Arsenic	0.01	0.05
Barium	-	1.0
Cadmium	-	0.01
Chromium (hexavalent)	-	0.05
Copper	1.0	-
Iron	0.3	-
Lead	-	0.05
Manganese	0.05	-
Selenium	-	0.01
Silver	-	0.05
Zinc	5.0	-

상류인 위치 1보다는 하류인 위치 4에서 보다 많은 산소들이 검출되었는데 이는 공단에서 방류하는 폐수로²¹⁾인해 오염되었을 가능성이 높으나 우리나라 폐수 배출허용 기준 안에드는 양

호한 상태임을 보여준다. 1978년도에 제출된 보고서에 의하면 7개 항목의 중금속들이 구미 공단의 각 공장으로부터 낙동강으로 배출되는 하루의 총량이 계산된바 있는데²²⁾ 그후 약 10년

< 표-11 > 중금속의 배출허용기준

(단위 ; ppm)

국명	기 준	중 금 속 종 류								
		Cu	Cd	Cr	Pb	As	Fe	Zn	Mn	총수은
한	폐수의 배출허용기준	3 이하	0.1 이하	2 이하	1 이하	0.5 이하		5 이하	10 이하	검출되어 서는안됨
국	사람의 건강보호환경 기준 (전수역)		0.1 이하	0.05이하 (6가)	0.1 이하	0.05 이하				0.0005 이하
일	수질오염 방지법에 의한 배출기준	3	0.1	0.5 (6가) 2(총아)	1	0.5	10	5	10	0.0005 이하
본	건강에 관계되는 환경기준		0.01 이하	0.05이하 (6가)	0.1 이하	0.05 이하				검출되어 서는안됨

< 표-12 > 계절별 중금속 측정변화

종류	월	Cr (mg / l)				Cd (mg / l)			
		Jan	Apr	Jul	Oct	Jan	Apr	Jul	Oct
1	1	0.1	ND	ND	0.05	ND	ND	ND	ND
2	2	ND	0.02	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
3	3	ND	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	ND
4	4	0.1	ND	0.1	0.05	ND	ND	0.01	0.01

종류	월	Hg (mg / l)				Pb (mg / l)			
		Jan	Apr	Jul	Oct	Jan	Apr	Jul	Oct
1	1	ND	ND	ND	0.1	ND	ND	0.1	ND
2	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	3	ND	ND	1.0	ND	ND	ND	ND	ND
4	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	ND

종류	월	Zn (mg / l)			
		Jan	Apr	Jul	Oct
1	1	ND	ND	ND	ND
2	2	ND	ND	ND	ND
3	3	0.1	ND	0.05	ND
4	4	ND	0.02	ND	0.05

중금속	낙동강으로 배출되는 총량 (kg/일)
Co	0.34
Cu	0.53
Cr	1.5
Cd	0.21
Pb	2.1
Fe	420
Hg	0.067

ND : 검출되지 않거나 유효측정범위 미만을 뜻함.

이 지난 지금에는 공단 규모의 확장과 더불어 사용되는 중금속 양이 훨씬 많음에도 불구하고 검출되는 양이 지난 수 년 동안의 수준과 비슷하게 나타남은 각 공장에서 배출하는 폐수오염 방지 시설의 확충이나 중금속의 재 사용에 기인하는 것으로 믿어진다.

IV. 결 론

본 연구는 1985년 12월부터 1986년 11월까지의 구미시 주변의 낙동강 오염도를 측정하였다. 측정대상의 기본이 되는 수은, 수소이온 농

도, 탁도, 중금속 등을 조사하여 '76~'81 년까지의 월 평균값과 비교한 결과, 공단 주변의 오염도는 그리 심각하지 않은 것으로 보여진다. 그 이유는 업종별 차이가 있겠으나 주로 최신 전자업체이므로 타업체가 많은 지역에 비해 오염도가 덜할 것이고 또한 지리적으로 상류에 위치해 있기 때문이기도 할 것이다. 그러나 구미공단의 규모가 커짐에 따라 그에 필요한 공업용수는 증가하게 되므로, 각 공장에서 배출하는 폐수를 한곳으로 모으는 하수도 시설과 그것을 처리할 수 있는 종말처리시설의 필요성이 더욱 절실하다 하겠다. 또한 각 기업체에서도 오염의 심각성을 감안하여 자체적으로 폐수처리시설을 갖추어야 할 것이며, 이러한 일은 국가적인 차원에서 계속적인 투자와 아울러 꾸준한 계몽이 있어야 할 것이다.

본 연구를 수행함에 있어 많은 자료를 제공하여 주신 환경보존협회와 본교 생산기술 연구소 정선환 교수님 그리고 실험기기를 제공하여 주신 본교 토목과 교수님께 감사드리며, 실험에 많은 시간을 내주신 한국화학연구소의 이명수씨께도 충심으로 감사드립니다. *

V. 참고문헌

- 1) 최의조, 조광명, 환경공학(1985)
- 2) 구미공업단지 폐수실태조사보고서, 한국화학연구소(1978)
- 3) 구미공단 십년사, 구미수출산업공단(1981)
- 4) 구미공업단지, 구미수출산업공단(1986)
- 5) 이서래 등, 환경보존협회지, 1(1), 39(1980)
- 6) 이서래 등, 환경보존협회지, 1(1), 55(1980)
- 7) 이서래 등, 환경보존협회지, 2(1,2), 36(1981)
- 8) 이서래 등, 환경보존협회지, 2(1,2),

- 54(1981)
- 9) 김원만 등, 환경공학, 29(1982)
- 10) N. Irving Sax, "Industrial Pollution," Van Nostrand Reinhold Co., 19~20, 156~158, (1974)
- 11) Gilbert M. Masters, "Introduction to Environmental Science and Technology," John Wiley and Sons, N.Y., 116 (1974)
- 12) Mark, J. Hammer, "Water and Wastewater Technology," John Wiley and Sons Inc. N.Y., 93~94, (1975)
- 13) 오영민, 김무식, 수질학실험, 15(1984)
- 14) 낙동강하구 생물상 조사(2차), 산업기지 개발공사, (1984)
- 15) '84 낙동강하구 생태계 조사(1차), 산업기지 개발공사, (1985)
- 16) 전국 주요하천 기초조사, 서울대학교 보건대학원, (1982)
- 17) 김원만 등, 환경공학, 53(1982)
- 18) 오영민, 김무식, 수질학 실험, 147(1984)
- 19) C. E. Mckone, R. G. Young, C. A. Bache, Rapid Uptake of Mercuric Ion by Goldfish, J. Env. Sci. & Tech., 2(1975)
- 20) T. A. Wojtalik, Accumulation of Mercury & Its Compounds, J. WPCF, 43 (1971)
- 21) E. B. Besselievre, M. Schwartz, "The Treatment of Industrial Waste" 2nd, ed. McGraw Hill Co, N.Y., 152~153(1976)
- 22) 구미공업단지 폐수실태조사보고서, 한국화학연구소, 462(1978)

