

## 저수조내에서 수질의 경시적 변화에 관한 연구

박 병 윤

효성여자대학교 환경보건학과  
(1994년 7월 27일 접수)

### A Study on the Periodical Variations of Water Quality under the Condition of Stagnation

Byoung-Yoon Park

*Dept. of Environmental Health, Hyosung Women's Univ., Hayang, 713-702, Korea*  
(Manuscript received 27 July 1994)

#### Abstract

In order to provide the basic information for the water quality modeling, the water pollution indicators of Sin stream and Keumho river flowing through Taegu city were measured, and the periodical variations of these indicators were studied under the condition of stagnating for 19 days.

For this experiment, three sampling sites(Sungpook bridge, Mutae bridge and Gangchang bridge) were selected. Sungpook bridge is located most down the Sin stream, Mutae bridge and Gangchang bridge are located on the lower Keumho river.

The results were as follows.

1. The values of water pollution indicators measured at Mutae bridge were pH 8.7, TSS 51mg/l, TS 383mg/l,  $Cl^-$  60.68mg/l, turbidity 32FTU, DO 8.58mg/l, oxygen deficit 2.02mg/l, COD 16.32mg/l, organic carbon 13.60mg/l.

2. At Gangchang bridge located down more than Mutae bridge, the values of these indicators were pH 8.0, TSS 26mg/l, TS 737mg/l,  $Cl^-$  90.59mg/l, turbidity 37FTU, DO 3.49mg/l, oxygen deficit 7.11mg/l, COD 28.02mg/l, organic carbon 14.28mg/l.

3. At Sungpook bridge, the values of these indicators were pH 8.3, TSS 145mg/l, TS 344mg/l,  $Cl^-$  32.51mg/l, turbidity 60FTU, DO 6.53mg/l, oxygen deficit 4.07mg/l, COD 43.79mg/l, organic carbon 11.03mg/l.

4. At Mutae bridge and Sungpook bridge of which initial DOs were high, DOs have decreased under the condition of stagnating for 7 days and increased after that time. On the contrary, at Gangchang bridge of which oxygen deficit was very high(7.11mg/l), DO have increased under the condition of stagnating for 13 days and decreased after that time.

5. All the samples showed the quick decrease of CODs and organic carbons under the condition of stagnating for 19 days. Nevertheless, at Sungpook bridge of which initial COD was very high(43.79mg/l), the value of COD measured at the last day of experiment was still high(21.35mg/l) because of a large quantity of reducing inorganic matters.

6. All the samples didn't show the distinct decrease of turbidities because of a large quantity of nonbiodegradable inorganic solids.

Key Words : TSS, TS, DO, oxygen deficit, COD, nonbiodegradable

## 1. 서 론

1990년 여름 서울의 수도물에서 발암성 물질인 트리할로메탄(Klaassen *et al.*, 1986)이 검출된데 이어, 1991년 3월 낙동강에서는 폐놀오염사태가 발생하였고, 1994년 1월 초에는 달성공단에서 수도물 악취사건이 터졌으며, 더우기 영산강 수계를 상수원으로 하는 목포에서는 4월 16일 0시를 기해서 수도물 공급이 전면 중단되는 최악의 사태가 발생하였다. 이같은 일련의 심각한 상수오염들은 대단위 공업단지가 상수원수 주변에 밀집되어 있고, 공단주변에 인구가 집중되어 있을 뿐 아니라 환경기술이 낙후한 우리나라의 현실에서 볼 때 그 개선에 대한 장래의 희망은 매우 비관적이 아닐 수 없다.

이미 우리나라 대부분의 하천수질은 악화되어 있으며(이정재 외, 1988; 최언호와 이서래, 1982; 하성호와 허종수, 1982; 류석환, 1993), 온 국민들의 관심과 우려에도 불구하고 하천으로 흘러드는 지천들의 오염농도가 줄어들고 있지 않은 실정이다. 이러한 상수원 오염을 피할 수 없는 현실에서 깨끗한 물을 공급하기 위하여 정수장에서 정수처리를 위한 흡착제에 관한 연구(Garcia and Page, 1977; 이정재 외, 1988; 허남호 외, 1991; 박병윤, 1992; 박병윤, 1993)들이 많이 진행되어 왔다. 그러나 정수장에서의 정수처리 개선만으로는 청정한 음용수의 공급을 위한 최선의 방법이 될 수 없으므로 국민계몽과 환경법규의 강화를 통해 우리나라 상수원수의 대부분인 하천주변의 공단과 도시에서 충분히 처리되지 않는 채 폐·하수가 하천에 방류되는 일이 없도록 해야하고, 아울러 신설 공단과 신도시를 건설에 있어서도 정확한 오염부하량을 산출하여 이것이 하천에 유입될 경우 수계 생태계와 음용수에 미치는 영향을 예측함으로써 공단과 신도시 건설에 따른 상수원의 오염을 최소화해야 할 것이다.

수계는 폐수량, 폐수의 종류, 유량의 변화, 기상상태, 하천의 구배 및 하상토양의 특성 등 수많은 인자들에 의하여 복잡한 영향을 받으므로 하천수질을 평가하기 위해서는 하천을 하나의 계로 모형

화할 필요가 있다. 이때 우선해야 할 것으로는 오염원의 부하량, 수질오염지표 및 이들 오염지표들의 시간적 변화를 파악하는 것이다.

따라서 본연구에서는 수질모형화의 기초자료를 얻기 위하여 대구시의 주요하천인 금호강과 신천을 대상으로 오염농도를 조사하였고, 또한 이들 시료를 상온( $22.0 \pm 2.2$  °C)에서 19일동안 저장하면서 오염지표들의 변화를 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료

시료는 1994년 4월 27일에 금호강 하류 2개 지점과 신천 하류 1개 지점에서 각각 30리씩 채수하여 본연구에 사용하였으며, 채수하기전 상당기간 동안 가뭄이 계속되어 시료채취 당일에는 유량이 매우 적었다. 시료채취 지점은 Fig.1과 같다.

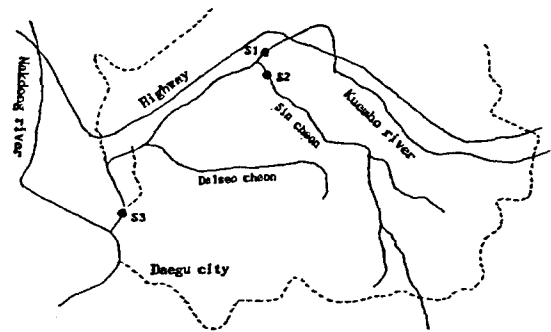


Fig. 1. Sampling sites :  
S1, Mutae bridge ; S2, Sungpook bridge ; S3, Gangchang bridge.

### 2.2 실험방법

각각의 지점에서 채취한 30리 시료를 뚜껑이 달린 15리 플라스틱 용기 3개에 10리씩 나누어 담고 하루밤 정치한 후부터 6일간격으로 pH, 총부유물

Table 1. The properties of water quality measured at each sampling site

Sampling sites	Temperature(°C)	pH	TSS(mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)
Mutae bridge	20.9	8.7	51	60.68
Sungpook bridge	20.8	8.3	145	32.51
Gangchang bridge	20.8	8.0	26	90.59
Sampling sites	TS(mg/l)	TDS(mg/l)	Turbidity(FTU)	DO(mg/l)
Mutae bridge	383	332	32	8.58
Sungpook bridge	344	199	60	6.53
Gangchang bridge	737	711	37	3.49
Sampling sites	Cs-C*(mg/l)	COD(mg/l)	Organic	carbon(mg/l)
Mutae bridge	2.02	16.32	13.60	
Sungpook bridge	4.07	43.79	11.03	
Gangchang bridge	7.11	28.02	14.28	

\* Cs-C : oxygen deficit

질(TSS), 총고형물질(TS), 총용존고형물질(TDS), 염소이온(Cl<sup>-</sup>), turbidity, 용존산소량(DO) 화학적 산소요구량(COD), Oxygen deficit 및 organic carbon 등의 오염지표들을 일반분석법(동화기술편집부, 1992; Page *et al.*, 1984; Clesceri *et al.*, 1989)에 따라 측정하였다. Turbidity는 DR/2000 Spectrophotometer(Hach 사)를 사용 하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 수질의 오염특성

본 연구에 사용한 시료의 오염특성을 각 항목별로 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

pH는 3개 지점 공히 알칼리성으로 상당히 높게 나타났는데, 이는 일반적으로 오염하천에서의 pH가 건기에는 높게, 우기에는 낮게 나타나는 현상(이정재 외, 1988; 박병운 외, 1991)과 일치하였으며, 특히 금호강 최하류 지점인 강창교 지점에서 pH가 가장 낮게 나타난 것은 금호강 상류 및 대구시를 관류하는 지천들에서 유입된 유기오염물질이 유하되면서 분해되는 것과 무태교 지점 하류에 위치한 공단지역에서 방류된 폐수와 관계가 깊을 것으로 사료된다.

신천 최하류 지점인 성북교지점에서는 무태교 지점과 강창교지점에 비하여 TSS 는 매우 높으나 TDS가 매우 낮게 나타났는데, 신천에 우수 분류식 하수관거시설이 되어 있는 것을 감안할 때 이같은 현상은 극히 적은 유량과 주변에서 유입된 먼지나 점토 등의 무기성 TSS가 원인인 것으로 사료된다.

강창교지점의 경우 TSS는 낮으나 TDS는 매우 높게 나타났는데, 상대적으로 organic carbon의 함량이 매우 적은 것을 감안하면 이같은 현상은 공단지역 주변에서 방류되어 금호강으로 유입된 산업폐수내 함유된 다량의 무기성 TDS가 원인인 것으로 생각된다.

가정하수와 밀접한 관계가 있는 Cl<sup>-</sup>의 경우 성북교지점에서 가장 낮게 나타났는데, 이는 신천에 설치된 우수 분류식 하수관거시설 때문으로 생각되며, 강창교지점이 가장 높게 나타난 것은 영천, 하양 및 대구지역을 관통하는 금호강의 최하류 지점이기 때문으로 생각된다.

COD는 3개 지점 공히 수질환경기준 5등급(전국환경관리인연합회,1993)을 크게 상회하여 공업용수 3급수로서도 부적합하였다. 뿐만 아니라 수년전에 보고된 자료(이정재 등, 1988; 박병운 등, 1991)와 비교해 볼 때 전혀 개선된 것이 없었다.

DO의 경우 강창교지점에서 포화용존산소량(측정당시 증류수의 DO 10.60ppm)의 50%에도 훨씬 못 미치는 3.49ppm으로 매우 낮게 나타났는데, 이

것은 다량의 TS와 오염된 하천수가 상류에서 하류로 유하되는 동안 발생하는 용존산소소비와 깊은 관련이 있을 것이다.

수중 용존산소량의 감소는 어류에 대한 구리, 납, 아연, 페놀 및 암모니아 등의 급성독성을 증가시키는데, 특히 암모니아의 경우 특정 pH에서 LC50을 2.5배까지 증가시킨다(Rand and Petrocelli, 1985). 따라서 용존산소가 매우 낮은 성북교지점과 강창교지점에서 어류가 정상적으로 생존하기는 불가능할 것이다.

Organic carbon의 함량에 비하여 성북교지점과 강창교지점의 COD가 매우 높게 나타났는데, 이러한 현상은 이들 두 지역이 유기오염물보다는 무기오염물에 의하여 심하게 오염되어 있기 때문으로 생각된다.

### 3.2 수질 오염지표들의 경시적 변화

오염정도가 매우 심한 금호강 하류 2개 지점과 신천 하류 1개 지점에서 채수 한 시료를 19일간 저장하면서 오염지표들의 변화를 조사하였다. 각 시료의 19일 간의 온도변화는 최저 20.4°C에서 22.3°C로 대조구로 사용된 증류수의 온도변화와 각 시료별 온도변화는 차이가 거의 나타나지 않았다.

#### 3.2.1 pH

pH의 경시적 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다.

일반적으로 pH는 수중 유기오염물질이 분해되는 동안 유기산이나 탄산 등의 생성으로 낮아지다가 일정 시간이 지난 후 유기물의 분해속도가 현저히 감소하게 되면 다시 수중의 용존이온의 특성과 함량에 따라 조절되는데, 주로 경도물질이 많으면 약알칼리 쪽으로, 경도물질이 적으면 약산성 쪽으로 변하게 된다.

무태교지점에서의 pH는 유기물분해가 빠른 속도로 진행되는 초기 7일 동안 상당히 낮아지다가 13일째 측정 이후부터 약간씩 높아지는 경향을 보였고, 성북교지점에서는 실험종료일까지 계속 pH

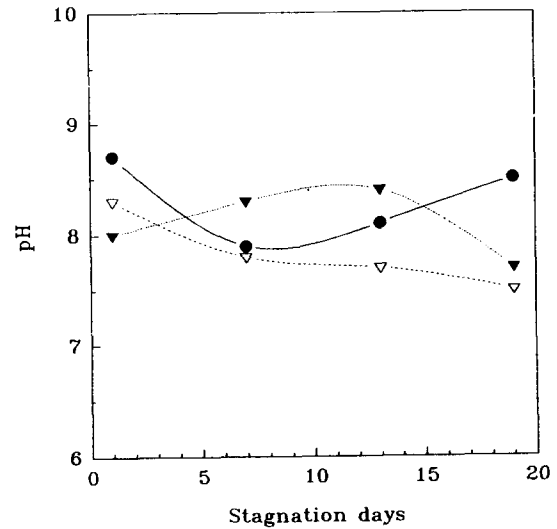


Fig. 2. Variations of pH according to stagnation days Symbols ; —●—, Mutae bridge ; - - - ▼ - - - , Gangchang bridge ; ···· ▼ ···· , Sungpook bridge.

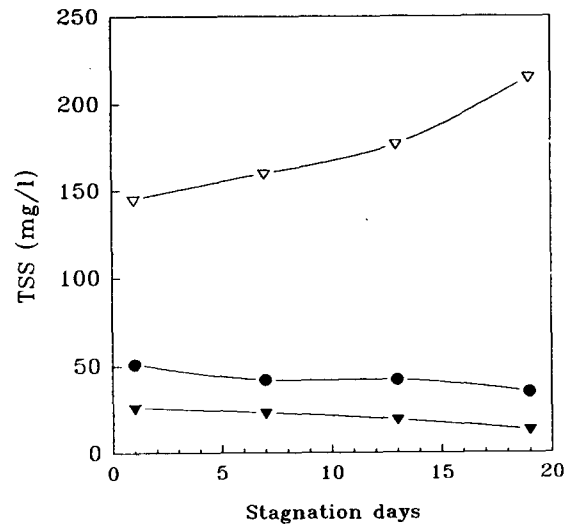


Fig. 3. Variations of TSS according to stagnation days Symbols : —●—, Mutae bridge ; - - - ▼ - - - , Gangchang bridge ; ···· ▼ ···· , Sungpook bridge.

가 낮아졌으며, 강창교지점에서는 오히려 pH가 약간 증가하다가 실험종료일에는 다시 낮아졌다.

이같은 현상은 채수된 3개 지점 시료들의 초기 pH와 이들 시료속에 용존되어 있는 경도성분이 원인일 것으로 생각되며, 간접적으로는 무태교지점, 성북교지점 및 강창교지점에서의 TDS의 함량이 각각 332, 199, 711 mg/l인 것(Table 1)과도 관련이 있을 것으로 생각된다.

### 3.2.2 TSS

TSS가 미생물에 의해 분해가 용이한 유기오염물질로 구성되어 있는지, 분해가 어려운 무기 및 점토 콜로이드로 구성되어 있는지에 따라 정체상태의 수질오염지표들의 경시적 변화는 매우 다르게 나타날 것이다.

TSS는 시간의 경과와 더불어 무태교지점과 강창교지점에서 감소현상이 나타났으나, 그 감소비율은 낮았다. 이것은 이들 시료속에 함유된 TS내 유기성오염물질보다는 분해가 어려운 무기성오염물질이 상대적으로 많기 때문으로 생각된다. 그리고 성북교지점에서의 TSS는 오히려 증가하였는데, 이에 대하여는 좀 더 정확한 연구가 필요하리라 생각된다.

### 3.2.3 Turbidity

Formazin turbidity standards를 사용하여 19일 동안 turbidity의 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같았다.

3개 지점 공히 19일 동안 turbidity의 감소는 뚜렷하지 않았다. 이것은 시료내에 함유된 다량의 무기성 고형물질이 turbidity의 감소를 저해한 것으로 사료된다.

### 3.2.4 DO와 oxygen deficit

유기오염물질의 유입시 수중 DO의 변화는 일반적으로 미생물의 분해가 활발한 초기 일정기간 동안은 감소하다가 미생물에 의한 산소의 소비보다 재포기에 의한 대기중의 산소가 수중으로 용해되는 양이 많아지는 시점(critical point)부터는 증가되기 시작한다. 즉 수중 DO의 변화는 유기오염

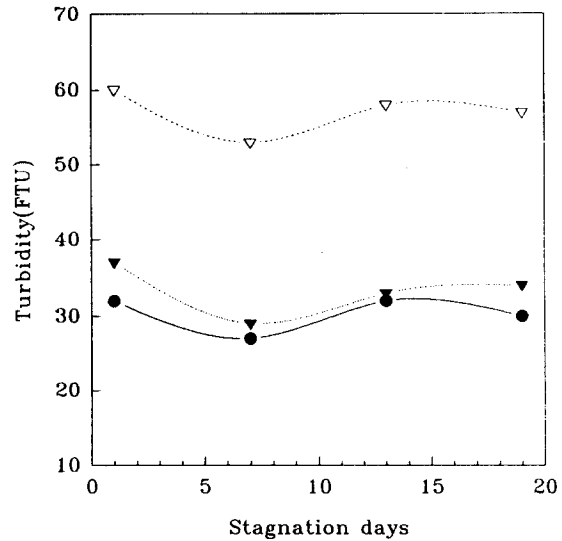


Fig. 4. Variations of turbidity according to stagnation days  
Symbols : —●—, Mutae bridge ; .....▽....., Gangchang bridge ; - - -△- - -, Sungpook bridge.

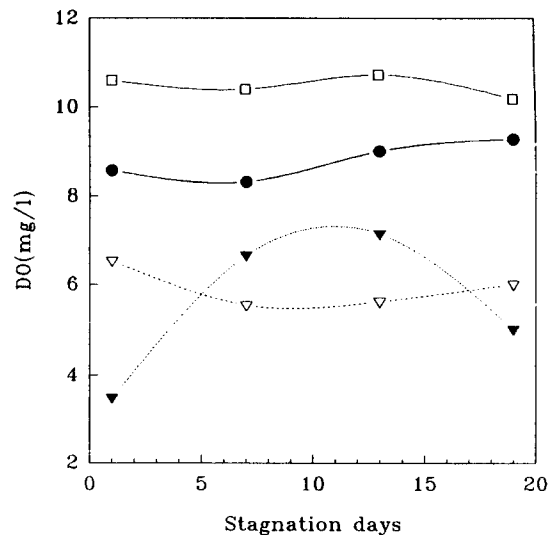


Fig. 5. Variations of Do according to stagnation days  
Symbols : —●—, Mutae bridge ; .....▽....., Gangchang bridge ; - - -△- - -, Sungpook bridge.

물질의 양, 수중 미생물의 성장조건 및 oxygen deficit 등에 의하여 가장 큰 영향을 받게 된다.

Fig. 5와 Fig. 6은 시료의 저장기간 동안 DO변화와 oxygen deficit변화를 각각 나타낸 것이다.

DO의 초기농도가 매우 높은 무태교지점에서는 저장 7일 동안에는 DO의 감소가 나타났으나 그 이후부터는 DO가 증가하기 시작하여 19일째 측정 시에는 포화용존산소량의 90%이상을 나타내어 일반적인 DO농도의 경시적 변화곡선과 유사한 모습을 나타내었다.

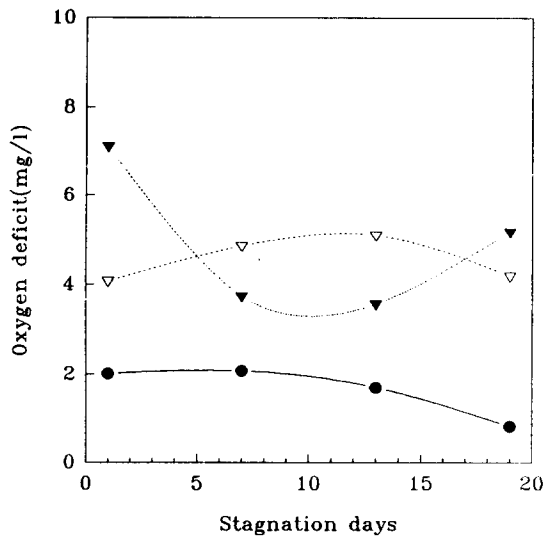


Fig. 6. Variations of oxygen deficit according to stagnation days  
Symbols : —●—, Mutae bridge ; .....▽....., Gangchang bridge ; - - - - △ - - - - , Sungpook bridge.

성북교지점에서도 초기에는 DO가 감소하다가 7일 이후부터는 증가하기 시작하였다. 그러나 유기물의 분해가 상당히 진행된 19일 째의 시료에서는 초기 DO농도(6.53mg/l)에 이르지 못하고 매우 높은 oxygen deficit(4.18mg/l)을 나타내었다. 이같은 현상은 채수된 시료내 분해가 어려운 다량의 유기성오염물질이 원인이 된 것으로 생각된다.

초기 매우 낮은 DO농도(3.49mg/l)를 나타낸 강창교지점의 경우 저장 13일째까지는 오히려 DO가 증가하다가 19일째는 DO의 감소를 나타내었다. 이것은 초기에 매우 높은 oxygen deficit

(7.11mg/l)에 의하여 재포기가 유기오염물에 의한 산소의 소비보다 상대적으로 활발히 진행되었기 때문으로 사료된다.

### 3.2.5 COD

유기성 오염물질 뿐 아니라 피산화성 무기물질이 다량 함유되어 있을 것으로 예상되는 3개 지점에서 채수된 시료의 저장기간 별 COD농도의 변화는 Fig. 7에 나타내었다.

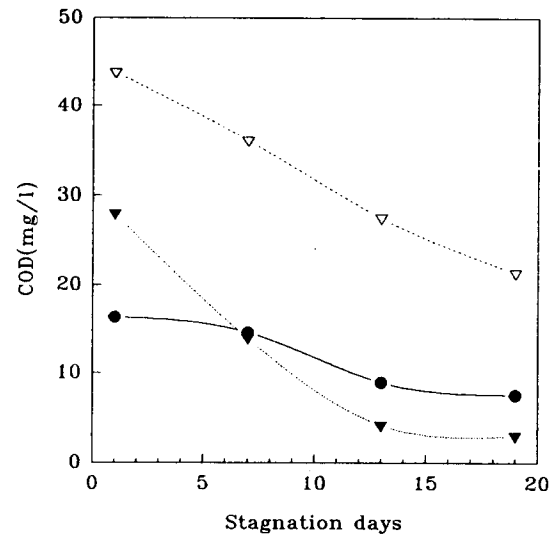


Fig. 7. Variations of COD according to stagnation days  
Symbols : —●—, Mutae bridge ; .....▽....., Gangchang bridge ; - - - - △ - - - - , Sungpook bridge.

3개 지점 공히 COD의 현저한 감소를 나타내었다. 그러나 초기 COD(43.79mg/l)가 매우 높은 성북교지점의 경우 시간이 지남에 따라 COD의 높은 감소를 보이긴 했으나, 측정 마지막 날인 19일 째에도 매우 높은 COD(21.35mg/l)를 보여 산화되지 않은 피산화성물질이 많이 남아 있음을 알 수있다.

같은 금호강 하류에 위치한 무태교지점과 강창교지점을 비교하여 보면, 무태교지점보다는 상당

히 하류에 위치한 강창교지점이 초기 COD농도는 훨씬 높았으나, 무태교지점보다 매우 빠른 COD감소를 나타내어 측정 13일째부터는 무태교지점보다 낮은 COD를 보여주고 있다. 이것은 강창교지점보다 상류에 위치한 무태교지점에서 일차적으로 분해되지 않은 TSS가 훨씬 많이 함유되어 있는 것과 관련이 있는 것으로 사료된다.

### 3.2.6 Organic carbon

미생물에 의한 유기성 오염물질의 분해는 물의 온도와 오염물질의 종류 및 오염물질의 양에 큰 영향을 받는다. Fig. 8에서는 일정한 온도의 조건하에서 저장된 3개 지점 시료의 organic carbon의 경시적 변화를 나타내었다.

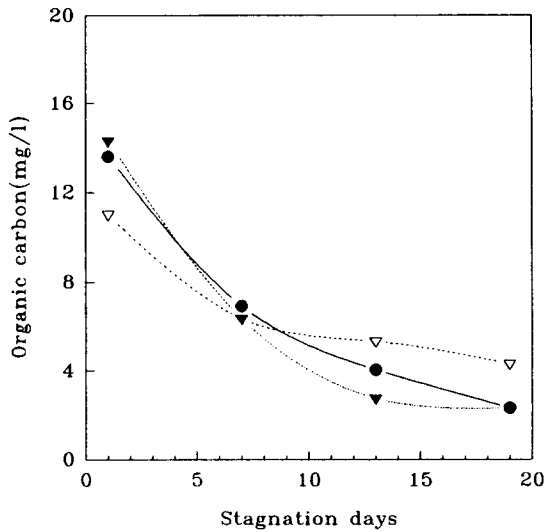


Fig. 8. Variations of the content of organic carbon according to stagnation days  
 Symbols : —●—, Mutae bridge ; —▼—, Gangchang bridge ; —▽—, Sungpook bridge.

3개 지점 공히 organic carbon의 감소가 현저하게 나타났다. 초기 organic carbon의 함량이 가장 높은 강창교지점의 경우 저장 13일째 부터는 가장 낮은 organic carbon 함량을 나타냈는데, 이는 강

창교지점이 다른 두 지점에 비해 용존된 유기물의 비율이 높았기 때문으로 생각되며 이것은 상대적으로 TDS가 매우 낮고 TSS가 현저히 높은 성북교지점의 organic carbon감소비율이 다른 두 지점보다 낮게 나타난 것과 관련이 있을 것이다. 그러나 Fig. 8에서 나타난 것과 같이 전체적으로는 organic carbon의 감소비율이 비슷하였다.

3개 지점 19일간의 DO농도변화가 현저히 다름에도 불구하고 organic carbon의 함량이 비슷한 비율로 감소한 것을 볼 때, 수중에 일정량 이상의 산소가 용존해 있을 경우 미생물의 성장에는 큰 차이를 나타내지 않을 것으로 생각된다.

### 3.2.7 Cl<sup>-</sup>

수질오염의 간접적 척도가 되는 무기이온들은 하천에 유입된 유기오염물질이 수중에서 시간의 경과와 더불어 분해되어 없어지는 것과는 달리 침전이나 휘발 등 특별한 감소요인이 없는 한 수중에 그대로 잔존하게 된다. 따라서 어떤 지역 수질의 생화학적산소요구량(BOD), COD 및 유기물 등의 농도가 매우 낮더라도 무기이온의 농도가 매

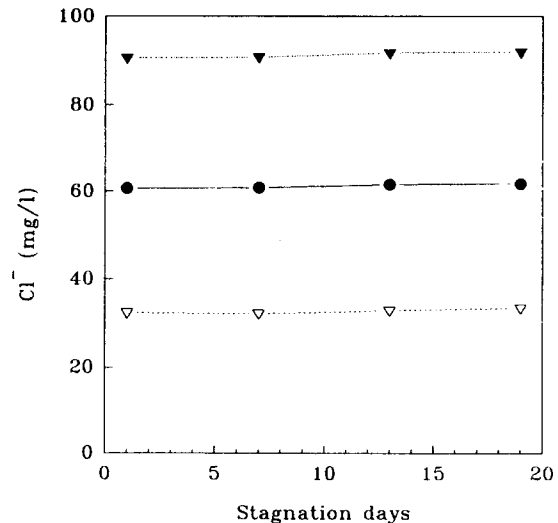


Fig. 9. Variations of Cl<sup>-</sup> according to stagnation days  
 Symbols : —●—, Mutae bridge ; —▼—, Gangchang bridge ; —▽—, Sungpook bridge.

우 높을 경우 해변이나 광산지역을 흐르는 물 또는 지하수 등과 같이 특수한 환경속에서 존재하는 물을 제외하면, 그 지역에 분포되어 있는 오염원으로부터 많은 오염물질들이 수계로 배출되고 있음을 예측할 수 있다. 특히 생활하수의 유입과 밀접한 관련이 있는  $Cl^-$ 은 COD와도 깊은 상관성을 가지고 있으며(류석환, 1993), 또한 BOD와 유기물과의 상관도 매우 클 것이다. Fig. 9는 채수된 시료속에 함유된  $Cl^-$ 의 19일 동안의 경시적 변화를 나타낸 것이다.

$Cl^-$ 은 시간의 경과와 더불어 전혀 감소되거나 증가되지 않았다. 따라서  $Cl^-$ 은 하천에 지속적으로 유입되는 오염물질의 양 뿐만 아니라 과거에 유입된 오염물질의 양을 예측하는 데도 좋은 오염지표가 될 것으로 사료된다.

같은 금호강 본류에 위치한 무태교지점과 강창교지점을 비교하여 보면, 무태교지점보다 하류에 위치해 있기 때문에 산업폐수나 생활하수 등의 오염부하량이 훨씬 많을 것으로 예상되는 강창교지점의  $Cl^-$ 함량은 무태교지점의 1.5배에 달하며, 또한 이것은 강창교지점에서 측정된 TS, Turbidity, DO, COD, organic carbon 등의 오염지표들이 무태교지점보다 훨씬 악화되어 있는 것(Table 1)과도 깊은 관계가 있을 것이다. 그러나 성북교지점의 경우 COD가 가장 높은 반면  $Cl^-$  함량은 가장 낮게 나타나 신천에 설치된 우오수 분류식 하수관거 시설로 인한 생활하수의 유입이 차단되었기 때문으로 생각되며, COD가 높은 것은 가름이 계속되는 동안 분류식 하수관거로 배출되지 못한 일부 하수와 상공업 활동에 의해 발생된 폐수가 직접 신천으로 유입되어 하천수 자체가 오수화되었기 때문일 것이다.

#### 4. 결 론

수질모형화의 기초자료를 제공하기 위하여 대구시의 주요하천인 금호강과 신천을 대상으로 오염농도를 조사하였고, 또한 이들 시료를 19일 동안 저장하면서 오염지표들의 변화를 조사한 결과

다음과 같았다.

1. 금호강 하류에 위치한 무태교에서 채취한 시료의 오염지표들의 값은 pH8.7, TSS 51mg/l, TS 383mg/l,  $Cl^-$  60.68mg/l, turbidity 32FTU, DO 8.58mg/l, oxygen deficit 2.02mg/l, COD 16.32 mg/l, organic carbon 13.60mg/l으로 나타났다.

2. 무태교보다 하류에 위치한 강창교에서의 오염지표들의 값은 pH 8.0, TSS 26mg/l, TS 737mg/l,  $Cl^-$  90.59mg/l, turbidity 37FTU, DO 3.49mg/l, oxygen deficit 7.11mg/l, COD 28.02mg/l, organic carbon 14.28mg/l으로 나타났다.

3. 신천의 최하류에 지점인 성북교에서의 오염지표들의 값은 pH 8.3, TSS 145mg/l, TS 344mg/l,  $Cl^-$  32.51mg/l, turbidity 60FTU, DO 6.53mg/l, oxygen deficit 4.07mg/l, COD 43.79mg/l, organic carbon 11.03mg/l으로 나타났다.

4. 용존산소의 초기농도가 높은 무태교지점과 성북교지점에서는 저장 7일 동안에 DO의 감소가 나타났으나 이후부터는 DO가 증가하였다. 그러나 용존산소부족량이 매우 높은 강창교지점에서는 저장 13일 동안은 DO가 증가하다가 그 이후에는 감소하였다.

5. 3개 지점에서 채수된 시료는 공히 19일간 저장되는 동안 COD와 organic carbon의 함량이 급격히 감소하였다. 그럼에도 불구하고 초기 COD(43.79mg/l)가 매우 높은 성북교지점에서 채수된 시료는 다량의 환원성 무기물질이 원인이 되어 실험 마지막날 측정된 COD(21.35mg/l)는 여전히 높은 값을 나타내었다.

6. 3개 시료는 공히 다량의 생물학적 분해불가능한 무기성 고형물질이 원인이 되어 turbidity의 뚜렷한 감소를 보여주지는 못했다.

#### 참 고 문 헌

Klaassen, C. D., M. O. Amdur and J. Doull, 1986, Toxicology, 3rd ed., Macmillan,



- Inc., 299,644.
- 이정재, 박병윤, 최정, 1988, 대구시 도시하천의 수질조사 연구, 경북대농학지, 6, 99~104.
- 최연호, 이서래, 1982, 낙동강 중류수계의 수질조사연구(1978~1980), 한국환경농학회지, 1(1), 31~38.
- 하성호, 허종수, 1982, 김해평야의 관개수 오염에 관한 연구, 한국환경농학회지, 1(1), 22~30.
- 류석환, 1993, 태화강의 수질오염특성에 관한 연구, 한국환경과학회지, 2(4), 291~297.
- Garcia, M. J. and A. L. Page, 1977, Influence of exchangeable cation on the sorption of trace amounts of Cd by montmorillonite, Soil Sci. Soc. Am. J., 41, 718~721.
- 이정재, 박병윤, 최정, 1988, Ionic strength 및 공존음이온이 zeolite에 의한 중금속의 흡착에 미치는 영향, 한국환경농학회지, 7(2), 96~101.
- 허남호, 김상수, 박병윤, 1991, 수처리를 위한 이온교환제의 개발, 한국환경독성학회지, 6(3~4), 143~148.
- 박병윤, 1992, 천연여과재를 이용한 Cd흡착에 관한 연구, 한국환경위생연구소논문집, 2(1), 89~95.
- 박병윤, 1993, 천연흡착제를 이용한 질소와 인의 흡착에 관한 연구, 한국환경위생연구소논문집, 3(1), 241~248.
- 동화기술편집부, 1992, 수질오염과 폐기물 공정시험방법, 동화기술, 156~255.
- Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney, 1984, Methods of soil analysis, 2nd ed., American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., 561~573.
- Clesceri, L. S., A. E. Greenberg and R. R. Trussell, 1989, Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th ed., part 2000, American Public Health Association, 11~15.
- 박병윤, 양성호, 이송애, 1991, 하절기중의 금호강의 수질조사 연구, 효성여자대학교논문집, 42, 303~312.
- 전국환경관리인연합회, 1993, 환경관계법규 1, 홍문관, 36.
- Rand, G. M. and S. R. Petrocelli, 1985, Fundamentals of aquatic toxicology, Hemisphere Publishing Corp., 140~144.