

## 동천 환경 실태 조사연구(II)

최종욱<sup>†</sup> · 강성원 · 윤나나 · 박정옥 · 서윤하 · 권기원  
환경조사과

### Evaluation of Environmental Monitoring Focused on Water, Sediment and Odor in the Dong stream of Busan( II )

Jong-Wook Choi <sup>†</sup>, Sung-Won Kang, Na-Na Yun, Jung-Ok Park, Yun-Ha Seo and Ki-Won Kwon  
Environmental Research Division

#### Abstract

The environmental monitoring was performed to evaluate water quality, heavy metal content of sediment and odor substance in Dong stream from December 2006 to November 2007. The variation of water quality was also investigated to figure out the effectiveness of rubber weir installed to keep water volume in Dong stream. In the estimation of BOD load in Dong stream watershed, total BOD load was 44,887 kg/day and BOD load generated Gaya subbasin was the highest value among all subbasins. Rubber weir is necessary to keep water volume in Dong stream, but it is not helpful to reserve water quality good by comparison of water quality in closing and opening rubber weir. In monthly variation of BOD, the concentration of BOD ranged 3.0-31.9 mg/L, 13.0-60.5 mg/L and 2.6-15.8 mg/L at Kwangmoo bridge(st.1), Jeonpo junction(st.2) and Bum4 bridge(st.4) in Dong stream, respectively. BOD concentration was increased at summer season because of incoming non point pollution and CSO(combined sewer overflow) from sewer line. In seasonal variation of heavy metals, the concentration of Hg ranged 0.0279-0.0745 mg/kg, and mean concentrations of Pb, Cu, Cr, Mn, Zn and Cd ranged 2.77-9.68 mg/kg, 2.529-6.750 mg/kg, 0.909-2.605 mg/kg, 84.400-127.700 mg/kg, 52.300-84.750 mg/kg and 0.179-0.289 mg/kg in the sediment of Dong stream, respectively.

In the result of odor analysis, even though the level of odor showed a little high at the inside of covering stream about 50 m far from Kwangmoo bridge, that of odor generally revealed low at all sampling sites just like residential area.

Key Words : Dong stream, Water quality, Sediment, Odor, BOD load, Heavy metals

#### 서 론

부산 도심을 흐르는 동천은 4개의 지천을 가지고 있으며 유로연장은 20.46 km, 유역면적은 30.60 km<sup>2</sup>의 하천이다. 동천의 상류는 대부분이 복개되어 있고 미복개된 중, 하류 지역은 밀물시에 바닷물이 올라오는 감조하천으로 조석차에 의해 수위변동이 심하여 수위차가 평균 76.9 cm나 되는 특성을 가지고 있다. 동천은 바닷물의 유입이 빈번해 염분농도가 높고 복개된 각 지천의 하수관거에서 월류되어 들어오는 오수로 인해 하천 수질에 영향을 많이 받고 있고, 그로 인해 생물의 서식이 어려운 환경이다.

그러나 과거 10년 전 광무교의 BOD가 50 mg/L를 초과하였던 사실에 비춰 볼 때 동천의 수질은 많이 개선되고 있고, 특히 2006년도부터 시작된 동천수질개선 및 종합정비계획의

실행에 따라 동천의 수질을 개선시키기 위해 지천의 복개 내부 하수관거 정비, 유지용수 확보를 위한 수중보 설치, 수중보 내의 하천수를 정화하기 위한 수질정화장치의 가동 등 많은 노력이 있었다. 우리나라 도시지역 하수 및 우수의 배제는 54%의 합류식하수관거와 46%의 분류식하수관거를 통하여 이루어지고 있는데<sup>1)</sup> 비해 부산 동천의 경우 2007년 현재 합류식하수관거 75%와 분류식하수관거 25%가 완료된 상태지만 아직도 비가 약간만 내려도 하수관거를 월류하여 하천으로 유입되어 생활하수가 오염의 주 원인이 되고 있다. 동천은 바다와 맞닿아 있어 하수가 섞여 있는 상류의 하천수가 바다의 조수에 밀려 완전히 바다로 흘러가지 못하고 하류 쪽에서 정체되고 있어서 밀물시 다시 광무교쪽으로 올라와 동천의 수질을 악화시키는 경우가 빈번히 일어나고 있는데 이 또한 동천의 수질을 악화시키는 하나의 원인이다.

<sup>†</sup> Corresponding author. E-Mail: jwchoi59@empal.com  
Phone: 051-758-6123, Fax: 051-757-2879

동천 주변 지하역사에서 나오는 지하수와 상류에서 흘러 내려오는 하천수로는 동천의 유지용수가 턱없이 부족하므로 밀물 시 광무교까지 올라오는 해수를 수중보로 가두어 유지용수를 확보한 다음 수질 정화장치를 이용하여 수질을 정화시킨다. 수질정화장치는 PCF (pore control fiber) 여과형태의 수질정화 장치이기 때문에 부유물질을 제거하는 데는 효과가 좋으나 유기물 제거에는 큰 역할을 할 수 없다는 약점이 있다. 따라서 수중보에 유지된 하천수의 수질은 밀물시 하류에서 올라오는 해수의 수질에 절대적인 영향을 받을 수밖에 없는 상황이다.

동천의 유지용수와 수질 개선을 위해서는 일본토목학회의 수변 경관계획을 참고로 적어도 하루에 약 30,000~40,000 m<sup>3</sup>의 유량이 필요하다고 지적하고 있다. 이를 토대로 동천에서 필요한 유량 확보를 위하여 부산광역시 하천관리과에서는 여러 가지 방안들을 비교 검토하고 있으며 감소하천인 동천의 경우에는 해수도수도 하나의 방안으로 대두되고 있다<sup>2)</sup>.

본 조사연구에서는 동천유역에서 발생하는 BOD 부하량을 소유역별로 산정하여 동천유역의 오염원을 분석하였고 동천환경개선사업에 따른 동천의 환경변화를 06년도에 이어 07년도 연속적으로 모니터링 하기 위하여 수질, 저질, 악취물질에 대하여 미복개 구간 시작점인 광무교 지점, 지천인 전포천이 합류되는 지점, 수중보 이후 지점인 범4호교지점에서 조사를 실시하였다. 또한 수중보 가동시와 미 가동시에 대한 수질 차이를 조사하기 위해 수중보의 개, 폐 시점에 맞추어 광무교, 수중보 설치지점, 범4호교, 그리고 하류쪽인 범일교지점에 대하여 수질을 모니터링 하였다.

재료 및 방법

조사대상 지점

조사대상인 동천 유역은 Fig. 1과 같고 수질, 악취물질, 하상저질의 조사지점은 광무교지점(st.1)과 전포천이 합류되는 지점(st.2) 및 수중보 이후인 범4호교지점(st.4)으로 선정하였

고, 수중보 가동 전후에 대한 수질비교 지점은 광무교지점, 수중보 설치지점(st.3), 범4호교지점, 하류 지점인 범일교지점(st.5)을 선정하였다.

분석방법

**수질** : 수질 분석항목 중 현장측정 항목인 수온, pH, 염분, 용존산소 등은 현장측정기(YSI 556MPS)를 이용하여 현장에서 바로 측정하였고, 분석항목은 시료를 채취하여 실험실로 옮겨 수질오염공정시험방법<sup>3)</sup>에 따라서 분석하였다.

**하상저질** : 저질의 유기물 함량 분석을 위한 강열감량은 해양환경공정시험방법<sup>4)</sup>에 따라 완전히 건조된 시료를 분쇄하여 0.063 mm (230메쉬) 체를 통과시킨 후 분석하였으며, 수은을 제외한 중금속 분석 전처리는 토양오염공정시험방법<sup>5)</sup>에 따라 시료를 통풍이 잘되는 곳에서 풍건시킨 후, 분쇄하여 2mm 표준체(10메쉬)에 통과한 시료를 분석용 시료로 하였다. 수은은 전처리 과정을 거치지 않고 바로 수은분석기(Mercury Atomizer MA-1)로 분석한 반면, 나머지 중금속은 전처리를 거쳐 원자흡광광도계(Atomic Absorption Spectrophotometer ; Varian SpectraAA 220FAST Sequential)로 분석하였다.

**악취물질** : 악취물질은 관능법과 기기분석법을 병행하여 원인물질을 분석하였다. 합악취는 희석배수로서 관능적인 판정을 하였으며, 황성분 악취물질은 GC/MS로 분석하였는데 분석 조건은 Table 1과 같다. 그리고 알데하이드류는 HPLC로 분석하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

동천유역의 BOD 발생부하량

동천유역에서 발생하는 BOD 부하량 산정을 위한 동천유역의 소유역 분할은 1/25,000 축적의 수치지형도를 이용하여 표고자료를 추출하고 DEM (Digital Elevation Model)을 생성하여 실행하였으며 그 소유역에 대한 오염부하량 산정은 대상



Fig. 1. Map of Dong stream watershed showing sampling site.



Fig. 2. BOD load of sub basins in Dong stream.

Table 1. Analytical condition of GC/MS for sulfur compounds

		Condition
GC	column carrier gas injection port temp. injection mode	HP-1ms(30m x 0.2mm x 1.0 $\mu$ m) He(99.999%) 260 split ratio 20:1,
	oven temp.	35 $^{\circ}$ C(3m in) $\rightarrow$ 120 $^{\circ}$ C(1m in) $\rightarrow$ 100 $^{\circ}$ C(3m in) $\rightarrow$ 260 $^{\circ}$ C(2m in) 4 $^{\circ}$ C/min 10 $^{\circ}$ C/min 20 $^{\circ}$ C/min
MS	interface temp. ionization mode electron energy ion source temp. detecting mode	260 $^{\circ}$ C EI mode 70eV 230 $^{\circ}$ C Selected Ion Monitoring(SIM)

Table 2. Analytical condition of HPLC for aldehyde compounds

		Condition
HPLC	column solvent ratio flow rate injection volume	ODS(C18) 4.6mm $\times$ 250mm acetonitrile(60) : water(40) 1.0 mL/min 20 $\mu$ L

소유역에 포함되는 모든 오염 발생원에 대하여 각각의 발생 오염부하를 실측하는 것이 원칙이지만, 발생원마다 발생량과 발생형태가 다르므로 발생원 모두에 대해 계속적으로 오염부하를 실측하는 것은 실질적으로 불가능하므로 오염원단위<sup>6)</sup>를 이용하여 오염부하량을 산정하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 동천유역의 전체 BOD 발생부하량은 총 44,887 kg/day로 생활계 76.4%, 산업계 20.2%, 토지계 3.4%로 생활계가 주 오염원으로 나타났고, 소유역별 BOD 발생부하량은 가야천 >전포천 >부전천 >호계천 유역 순으로 나타났다.

#### 수중보 가동 전·후 수질비교

유지용수 확보를 위해 설치된 수중보의 가동시와 미 가동시의 수질을 비교하기 위하여 수중보지점(st.3)을 중심으로 상류쪽인 광무교지점(st.1)과 수중보 바로 아래 지점인 범4호교(st.4), 그리고 하류의 북항 바다에 가까운 범일교지점(st.5) 등 4개 지점을 선정하여 각각 3회에 걸쳐 수질을 모니터링 하였다. 바다의 조수에 맞추어 수중보를 내려 해수가 수중보 내로 들어오게 한 다음 수중보를 올려 들어온 유량을 유지하는 방식으로 일주일에 2회 정도 수중보를 개폐하며 운영하고 있다. 수중보 내로 일정량의 유량이 들어오면 수중보를 세워 물을 계류한 다음 수질정화장치를 가동하여 수질을 정화하면서 2~3일정도 유지하다가 썰물시 수중보를 내려 수중보 내에 계류된 물을 하류로 흘러보내는데 수중보 미가동시 시료채취는 밀물시 유량이 수중보 내로 들어오는 시점으로 하였고, 수중보 가동시 시료채취는 수중보 내에 계류된 물을 썰물시 하류로 흘러보내는 시점으로 정하였으며, 수중보 미가동시와 가동시의 수질분석 결과는 Table 3과 같다.

수중보 미가동시의 수질에서 광무교의 염분농도가 다른 지점에 비하여 상대적으로 낮은 이유는 밀물시 해수가 시료채취 지점까지 밀려 올라가지 못하였고 상류에서 담수의 하천수가 흘러 들어왔기 때문으로 보인다. 나머지 지점들의 염분농도는 거의 비슷하지만 바다에 가까울수록 염분농도가 약간 높게 나타났다. DO 농도는 광무교지점이 6.1 mg/L로 가장 높았고, 범4호교지점은 3.4 mg/L로 가장 낮게 나타났다. BOD와 COD 농도는 하류쪽으로 갈수록 낮아져 범일교에서는 2.1 mg/L와 4.4 mg/L로 각각 나타났다. 총인과 총질소 농도는 광무교지점이 가장 높게 나타났고, 수중보와 범4호교지점은 비슷한 농도를 보였고 범일교는 가장 낮은 농도를 보였다. 범일교지점은 바다에 가까운 하류지점으로 지천에서 유입되는 하수의 영향을 거의 받지 않기 때문에 수질이 양호한 상태이지만 상류 지점들은 밀물시 해수가 상류로 올라가면서 지천인 호계천에서 유입되는 하수, 또는 바다로 흘러가지 못하고 정체되어 머물고 있던 하수의 일부가 밀물과 함께 상류로 올라가기 때문에 수질이 나빠지는 것으로 나타났다.

수중보 가동시의 수질을 보면 염분농도가 광무교지점과 수중보지점에서 낮은 농도로 나타난 반면 범4호교와 범일교에서는 높은 농도를 보였는데, 수중보로 차단된 상태에서 하류는 해수에 가깝고 상류는 담수의 유입으로 염분농도가 희석된 기수역의 특성을 나타내었다. 수중보지점과 범4호교지점의 DO가 아주 낮은 농도분포를 보였는데 수중보지점은 수중보에 가두어진 정체된 수체에 전포천에서 흘러들어 오는 오수가 혼합됨으로 DO가 고갈되는 현상을 보였고, 범4호교지점은 수중보로 흐름이 완전히 차단되어 물이 고여 있는 형태에서 잔존되어 있던 오수로 인해 DO가 0 mg/L에 가까운 농도로 떨어지는

Table 3. Summary of water quality items in closing and opening the moving weir of Dong stream

Weir	Site	Salinity (%)	DO (mg/L)	BOD(mg/m)	COD(mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	
Open	St. 1	First	2.81	7.7	2.0	4.6	3.7	3.867	0.182
		2nd	1.13	7.2	2.9	6.4	6.5	5.032	0.183
		3rd	13.50	3.5	9.7	6.8	9.5	3.533	0.166
		Mean	5.81	6.1	4.9	5.9	6.6	4.144	0.177
	St. 3	First	23.04	4.2	3.0	5.5	4.6	2.178	0.127
		2nd	22.29	3.4	3.3	7.9	3.8	2.344	0.119
		3rd	23.65	4.6	6.6	6.0	5.8	2.025	0.137
		Mean	22.99	4.1	4.3	6.5	4.7	2.182	0.128
	St. 4	First	24.33	2.6	2.4	6.3	4.1	1.877	0.113
		2nd	23.39	2.9	1.8	6.3	4.7	2.420	0.130
		3rd	24.18	4.6	7.2	6.0	5.2	2.170	0.149
		Mean	23.97	3.4	3.8	6.2	4.7	2.156	0.131
St. 5	First	25.17	3.6	2.4	4.5	3.1	1.438	0.100	
	2nd	24.64	3.4	1.5	5.9	1.7	1.863	0.119	
	3rd	27.05	6.0	2.4	2.8	2.4	0.748	0.051	
	Mean	25.62	4.3	2.1	4.4	2.4	1.350	0.090	
Close	St. 1	First	10.69	3.0	10.3	11.3	5.6	5.701	0.340
		2nd	24.88	1.6	9.7	8.8	9.5	2.963	0.165
		3rd	11.68	2.3	10.3	7.2	4.2	3.498	0.169
		Mean	15.75	2.3	10.1	9.1	6.4	4.054	0.225
	St. 3	First	12.98	2.6	7.2	9.3	5.1	4.478	0.267
		2nd	24.57	0.7	16.9	12.0	20.9	1.551	0.141
		3rd	17.62	0	33.2	15.6	7.3	3.794	0.223
		Mean	18.39	1.1	19.1	12.3	11.1	3.274	0.210
	St. 4	First	24.67	1.0	6.0	4.7	1.7	1.945	0.128
		2nd	27.38	0	12.7	12.0	10.0	1.620	0.163
		3rd	19.45	0.5	13.6	10.0	4.5	3.154	0.216
		Mean	23.83	0.5	10.8	8.9	5.4	2.240	0.169
St. 5	First	22.69	1.9	5.4	8.7	4.6	3.050	0.202	
	2nd	28.89	2.2	7.9	6.4	7.8	0.395	0.112	
	3rd	24.91	2.3	6.6	4.4	4.3	1.382	0.141	
	Mean	25.50	2.1	6.6	6.5	5.6	1.609	0.152	

현상을 보였다. BOD와 COD가 수중보지점에서 가장 높게 나타난 것은 전포천의 오수 유입이 실질적으로 많다는 것을 보여 주었고, COD 보다 BOD의 농도 값이 더 높게 나타난 것도 이를 잘 설명하고 있다. 부유물질도 수중보지점에서 가장 높게 나타났는데 상류의 부유물질이 수중보 부근으로 밀려와 정제 되기 때문으로 보였다.

동천의 광무교지점 부근에서의 유지용수 확보를 위해서는 수중보의 역할이 중요하게 작용하지만 수중보와 수질 정화장치에 의한 동천의 수질 개선은 현실적으로 어려워 보인다는 것을 수중보 전후의 수질 비교에서 알 수 있었다. 특히 전포천에서 들어오는 하수가 동천의 수질에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수중보 내에 계류된 수질은 밀물시 올라오는 해수의 수질에 크게 좌우되고 상류의 하수 유입량에 따라 수질의 악화 정도의 변화가 심하다.

수질 변화

2006년에 이어 2007년도에도 동천의 수질변동을 조사하기 위해 2006년 12월부터 2007년 11월까지 매월 전년과 동일한 지점에서 시료를 채취하여 분석하였다. 현장측정 항목인 DO와 염분을 비롯한 유기물질과 부유물질에 대한 분석 결과는 Table 4와 같다. 광무교지점의 DO는 여름철에 상대적으로 낮았고, 7월에 가장 낮은 0.4 mg/L를 나타내었는데 여름철 우수에 의한 하수관거 월류수 및 노면 비점오염원의 유입으로 인한 현상으로 보였다. 전포천 합류지점은 1월을 제외하고는 계절별 특성없이 대체적으로 낮은 농도를 보였고, 범4호교지점도 전포천 합류지점과 비슷하게 DO농도가 전반적으로 낮게 나타났는데 수중보로 인해 물이 정제되고 잔존된 오수가 분해되면서 농도가 낮아진 것으로 보였다. 06년도에 비하여 07년도의 DO농도가 다소 낮았으며 용존산소 부족으로 나타나는 흑탁화와 백

Table 4. Results of DO, salinity, BOD, COD, SS measured in Dong Stream from Dec. 2006 to Nov. 2007

Item	Site	Mean±SD(2006)	Mean±SD(2007)	Dec., 2006	Jan.,2007	Feb.	Mar.	Apr	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
DO	st.1	7.2±0.5	3.4±2.0	6.7	7.2	3.3	3.9	2.9	3.5	2.2	0.4	0.7	2.7	2.9	4.1
	st.2	7.3±0.4	1.9±1.6	0.5	5.0	1.9	3.0	2.2	0.8	0.4	0.3	1.2	2.3	1.5	2.5
	st.4	7.2±0.4	1.2±1.1	1.2	3.6	0.5	2.1	0.8	0.6	0.6	0.1	0.9	0.5	0.9	3.1
Salinity (%)	st.1	4.99±5.10	11.24±6.65	3.60	14.50	13.20	19.90	13.41	1.69	1.92	17.26	21.05	8.44	7.53	12.35
	st.2	10.79±9.53	16.91±6.03	23.70	15.60	20.72	23.10	15.30	21.69	18.78	14.58	19.81	10.58	12.41	15.59
	st.4	20.53±8.13	24.64±5.77	25.40	26.41	30.40	31.30	30.70	23.88	29.72	23.84	25.16	15.62	14.31	18.91
BOD (mg/L)	st.1	14.3±9.0	10.6±9.2	4.0	3.8	5.3	8.3	10.3	4.4	3.0	26.6	31.9	10.0	7.5	11.8
	st.2	15.1±9.0	25.1±13.8	20.3	13.0	42.3	19.4	29.0	60.5	18.1	16.8	13.3	27.8	16.3	24.1
	st.4	8.9±5.8	9.3±5.0	3.6	2.6	3.3	8.3	8.9	15.9	7.7	15.8	5.4	13.6	15.1	11.8
COD (mg/L)	st.1	12.4±5.1	9.8±6.3	5.6	6.4	6.0	12.8	9.2	8.2	6.4	16.0	26.6	3.6	7.2	9.2
	st.2	11.2±5.3	17.7±4.3	15.6	19.0	22.0	16.4	17.6	16.4	28.8	16.0	14.4	13.2	13.6	19.6
	st.4	8.4±3.8	9.8±4.0	6.0	5.2	4.8	12.0	7.6	12.0	14.8	16.8	6.8	8.4	14.0	9.6
SS (mg/L)	st.1	13.8±9.1	9.8±7.6	2.8	3.8	6.2	22.8	9.3	2.8	8.0	9.0	21.7	7.6	3.0	20.7
	st.2	12.3±9.1	23.4±21.7	12.4	13.3	23.7	56.8	16.0	18.9	12.0	11.4	9.4	17.0	10.3	79.0
	st.4	13.4±8.6	7.6±4.5	4.2	7.0	4.4	15.7	3.7	5.8	8.0	8.5	5.4	6.5	4.4	17.4

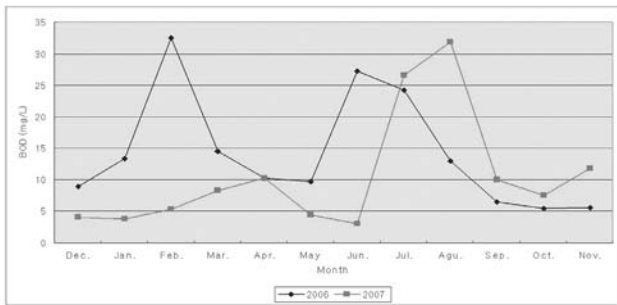


Fig. 3. Comparison of BOD at site 1 between 2006 and 2007.

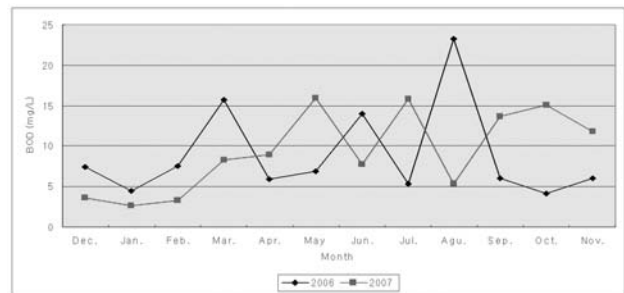


Fig. 5. Comparison of BOD at site 4 between 2006 and 2007.

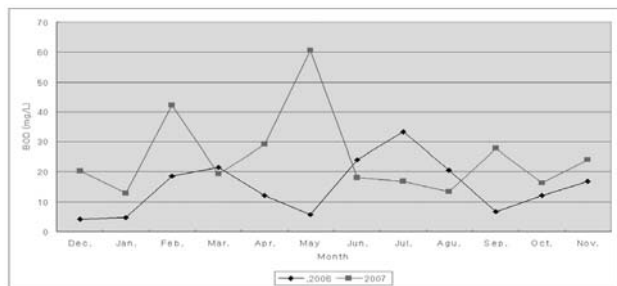


Fig. 4. Comparison of BOD at site 2 between 2006 and 2007.

탁화 현상이 07년도에도 개선이 되지 않은 것으로 보였다.

광무교지점의 BOD농도는 3.0~31.9 mg/L의 분포를 보였는데 여름철 비가 많이 내린 7, 8월의 경우를 제외하고는 다소 양호한 상태를 보였는데 06년과 마찬가지로 여름철 하수관거 월류수의 영향으로 낮은 농도로 나타났고, 07년 년 평균농도는 10.6 mg/L로 06년보다 다소 낮아졌다. 전포천 합류지점은 13.0~60.5 mg/L의 농도분포를 보였고 년평균농도는 06년도에 비하여 07년도에 상당히 악화된 것으로 나타났는데 계절별

변동 없이 하수의 유입이 연속적으로 일어나는 것으로 보였다. 범4호교의 BOD 농도분포는 2.6~15.8 mg/L를 나타내었고 하절기가 다소 높게 나타났다. 년 평균농도는 07년과 06년도에 비슷한 농도 수치를 보였다. COD는 광무교지점, 전포천합류지점 및 범4호교지점에서 각각 3.6~26.6 mg/L, 13.2~28.8 mg/L 및 4.8~16.8 mg/L 범위로 나타났고 BOD와 비슷한 형태의 특성을 보였다. SS도 BOD와 거의 유사한 경향을 보였으며, 광무교지점과 범4호교지점에서는 07년도 년평균농도가 06년 보다 낮게 나타났다.

각 지점별 06년과 07년도의 월별 BOD 변화특성은 Fig. 3, 4, 5와 같다. 광무교지점의 경우 06년도는 토목공사가 많아서 월별 변동폭이 컸으나 07년도는 여름철까지는 10 mg/L이하의 비슷한 농도를 보이다가 비가 많이 내린 여름에 하수관거 월류수 유입으로 BOD농도가 급격하게 증가하였다가 9월에 다시 감소하는 경향을 보이고 있다.

전포천 합류지점은 광무교지점과는 달리 계절별 특성은 특별히 나타나지 않고, 07년도 여름철인 6, 7, 8월을 제외한 나

Table 5. Concentration of volatile solids and heavy metals at the sediment of Dong Stream in 2007

Parameter	Site	Mean(2006)	Mean(2007)	Winter(Dec., 2006)	Spring(Mar., 2007)	Summer(June, 2007)	Fall(Sep., 2007)
Volatile Solids (%)	st.1	4.1	1.9	1.5	1.4	1.7	2.9
	st.2	7.1	2.7	2.8	2.6	2.8	2.7
	st.4	8.9	9.4	7.2	10.3	12.3	7.8
Hg (mg/kg)	st.1	0.0236	0.0279	0.0339	0.0261	0.0191	0.0323
	st.2	0.0121	0.0441	0.0520	0.0481	0.0445	0.0317
	st.4	0.0288	0.0745	0.0790	0.0604	0.0828	0.0757
Pb (mg/kg)	st.1	9.65	9.68	9.15	8.10	11.55	9.92
	st.2	6.87	7.05	13.70	4.05	8.80	1.64
	st.4	3.69	2.77	1.30	1.35	6.70	1.74
Cu (mg/kg)	st.1	9.325	4.373	4.740	2.305	5.175	5.273
	st.2	8.722	6.750	14.915	4.160	6.000	1.925
	st.4	4.033	2.529	1.260	2.295	3.895	2.665
Cr (mg/kg)	st.1	1.588	1.595	0.985	1.900	1.260	2.235
	st.2	2.470	2.605	1.745	3.870	2.690	2.115
	st.4	0.737	0.909	1.150	0.545	1.095	0.845
Mn (mg/kg)	st.1	76.833	84.400	72.350	102.300	76.500	86.400
	st.2	108.267	92.400	109.100	103.200	73.050	84.400
	st.4	139.400	127.700	80.700	157.400	178.450	94.200
Zn (mg/kg)	st.1	70.783	52.300	27.150	52.500	65.750	63.800
	st.2	115.667	84.750	153.500	39.800	86.000	59.700
	st.4	117.500	65.663	114.000	39.000	54.250	55.400
Cd (mg/kg)	st.1	0.202	0.179	0.150	0.155	0.140	0.270
	st.2	0.387	0.231	0.345	0.190	0.235	0.155
	st.4	0.462	0.289	0.470	0.225	0.260	0.200

머지 모든 달에서 06년도 보다 BOD농도가 높게 나타났다. 전포천을 통해서 들어오는 오수의 영향으로 이와 같은 형태를 보여주고 있다.

범4호교지점은 07년 4월까지 10 mg/L이하의 농도를 유지하다가 5월부터 농도가 올라갔다 내려갔다를 반복하면서 9월부터는 다시 높아지는 형태를 보이고 있다. 범4호교지점은 수중보에 의해 흐름이 차단되어 있어 상대적으로 정체가 일어나는 곳이기 때문에 바다에서 올라오는 해수의 수질에 따른 변동의 폭이 큰 것으로 보여진다.

**하상저질**

06년과 같이 07년도도 하상 저질을 조사하기 위하여 2006년 12월부터 계절별로 광무교 등 3개지점에 대해 시료를 채취하여 분석하였다. 저질의 유기물 함량을 분석하기 위한 감열감량과 수은을 비롯한 중금속 항목을 분석하였으며 결과는 Table 5와 같다.

년 평균 유기물 함량은 광무교지점이 가장 낮은 1.9%이고, 수중보로 인해 정체가 심한 범4호교는 9.4%로 가장 높았다. 계절별로는 광무교지점은 가을이, 전포천 합류지점은 전체적으로 비슷한 수준으로 나타났고 범4호교는 여름에 가장 높았다. 년도별 비교를 해보면 광무교와 전포천 합류지점은 07년에 다소 낮아졌지만 범4호교는 약간 증가하였다.

하상 저질의 중금속 분석에서 수은의 년 평균 함량은

0.0279~0.0745 mg/kg의 분포를 보였고 06년도에 비하여 광무교는 비슷한 수준이나 전포천 합류지점과 범4호교지점은 다소 증가하였지만 토양환경보전법 토양오염우려기준(나지역)의 12 mg/kg보다도 훨씬 낮은 농도였다. 납의 평균 농도는 2.77~9.68 mg/kg으로 06년도와 비슷한 수준이었고, 구리는 2.529~6.750 mg/kg으로 나타나 전체적으로 07년도에 농도가 감소하였다. 크롬의 평균농도는 0.909~2.605 mg/kg이며 07년도 전포천 합류지점과 범4호교지점에서 약간 증가하였다. 망간과 아연, 카드뮴의 평균 농도는 84.400~127.700 mg/kg과 52.300~84.750 mg/kg, 0.179~0.289 mg/kg으로 각각 나타났으며, 아연은 07년도에 다소 감소한 것으로 나타났다. 모든 중금속의 농도는 토양환경보전법 토양오염우려기준(나지역)보다도 낮게 나타났다.

**악취물질**

06년과 동일하게 07년도도 동천주변에서 발생하는 악취물질 조사를 위한 시료채취는 하상저질과 같은 기간에 수행하였으며 시료채취장소는 광무교지점은 북개천 내부 50 m 지점이었고, 전포천 합류지점과 범4호교는 저질시료채취장소와 동일한 지점이었으며 분석 결과는 Table 6과 같다.

06년도는 광무교 북개 내부의 복합악취 수준이 악취방지법 배출허용기준(기타지역)인 복합악취 15배를 초과하였지만 07년도에 가장 높게 나타난 농도는 겨울철에 8배로서 전체적으로

Table 6. Concentration of odor substance detected in Dong Stream during 2007

Parameter	Site	Winter(Dec., 2006)	Spring(Mar., 2007)	Summer(June, 2007)	Fall(Sep., 2007)
Complex odor (dilution factor)	st.1	8	5	5	3
	st.2	4	4	4	4
	st.4	4	4	7	7
Hydrogen sulfide (ppm)	st.1	0.001	ND	0.018	ND
	st.2	ND	0.004	0.005	0.01
	st.4	0.002	ND	0.010	0.02
Methyl mercaptan(ppm)	st.1	ND	0.001	0.001	ND
	st.2	ND	0.001	0.001	ND
	st.4	ND	0.001	0.001	ND
Dimethyl sulfide (ppm)	st.1	ND	0.002	ND	ND
	st.2	ND	0.002	0.001	ND
	st.4	ND	0.002	ND	ND
Dimethyl disulfide (ppm)	st.1	ND	ND	0.001	ND
	st.2	ND	ND	ND	ND
	st.4	ND	ND	ND	0.002
Acetaldehyde (ppm)	st.1	ND	0.001	0.018	0.005
	st.2	0.007	0.001	0.018	0.005
	st.4	0.006	0.001	0.023	0.003
Propionaldehyde (ppm)	st.1	ND	0.004	0.036	0.004
	st.2	ND	0.002	0.036	0.008
	st.4	0.001	0.003	0.044	ND
Butyraldehyde (ppm)	st.1	ND	0.002	0.010	ND
	st.2	ND	ND	0.009	ND
	st.4	ND	0.001	0.012	ND
i-Valeraldehyde (ppm)	st.1	ND	0.001	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND	ND
	st.4	ND	ND	ND	ND
n-Valeraldehyde (ppm)	st.1	ND	ND	0.002	ND
	st.2	ND	ND	0.003	ND
	st.4	ND	ND	0.006	ND

일반적인 농도 수준으로 나타났고 전포천 합류지점과 범4호교 지점도 작년과 비슷한 일반지역의 수준이었다.

기기분석에서 황성분 악취물질 중 황화수소, 메틸메틸탄, 디메틸설파이드, 디메틸디설파이드가 모두 검출되었고 알데하이드류인 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, i-발데르알데하이드, n-발데르알데하이드 등의 지정악취물질이 검출되었으나 그 수준은 특이할 만큼의 높은 농도가 아닌 일반적인 농도로서 일반하천 등에서 잘 검출되는 악취물질로 조사되었다. 겨울과 가을보다는 기온이 높은 봄과 여름에 지정악취물질이 더 많이 검출되었다.

## 결 론

06년도 이어 07년도에도 동천환경개선사업에 따른 환경 변화를 파악하기 위하여 광무교, 전포천 합류지점, 범4호교지점에 대한 수질, 하상저질 및 악취물질에 대하여 조사하였으며 또한 수중보 가동 전후에 대한 수질 비교 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동천유역의 BOD 발생 부하량을 산정한 결과 총 부하량은 44,887kg/day로 생활계가 76.4%, 산업계가 20.2%, 토지계가 3.4%로 각각 차지하였으며, 소유역별 BOD 부하량 조사에서는 가야천 > 전포천 > 부전천 > 호계천 유역 순으로 나타났다.

2. 현재 동천의 유지용수 확보를 위해서는 수중보의 역할은 필요한 사항이나 수중보와 수질정화장치가동에 의해 확보된 용수의 수질개선은 크게 되지 않는 것으로 수중보 전후의 수질 비교를 통해 나타났다.

3. 수질 분석결과 광무교지점의 BOD 농도는 3.0~31.9 mg/L의 분포로 여름철에는 우수로 인한 하수관거 월류수로 농도가 급등하는 형태를 보였고 년 평균농도는 10.6 mg/L로 06년보다 다소 낮아졌다. 전포천 합류지점은 13.0~60.5 mg/L의 농도 분포를 보였고 년 평균농도는 06년도에 비하여 07년도가 다소 높아졌으며, 하수의 유입이 연속적으로 일어나는 것으로 나타났다. 범4호교의 BOD 농도 분포는 2.6~15.8mg/L로 하절기가 다소 높게 나타났으며, 년 평균농도는 06년도와 비슷한 농도를 보였다.

4. 저질의 중금속 분석에서 수은의 년 평균 함량은 0.0279~0.0745 mg/kg의 분포를 보였고, 납은 2.77~9.68

mg/kg, 구리는 2.529~6.750 mg/kg, 크롬은 0.909~2.605 mg/kg, 망간은 84.400~127.700 mg/kg, 아연은 52.300~84.750 mg/kg, 카드뮴은 0.179~0.289 mg/kg으로 각각 나타났으며, 이런 농도는 토양환경보전법 토양오염우려기준(나지역)보다도 훨씬 낮은 수준이었다.

5. 06년도는 광무교 복개 내부의 복합악취 수준이 악취방지법 배출허용기준(기타지역)인 복합악취의 15배를 초과하였으나 07년도는 겨울철에 8배로 가장 높았지만, 일반적인 농도 수준으로 보였고 전포천 합류지점과 범4호교지점도 작년과 비슷한 일반지역 수준의 농도를 보였다.

## 참 고 문 헌

1. 환경부, 하수도 통계(2007)
2. 부산광역시, 동천 수질 개선 및 종합정비계획(2007)
3. 환경부, 수질오염공정시험방법(2000)
4. 해양수산부, 해양환경공정시험방법(2005)
5. 환경부, 토양오염공정시험방법(2002)
6. 환경부, 수환경 정책자료집(1994)
7. 김주인, 박정옥, 빈재훈. 부산지역 하천 주변의 악취 발생 현황에 관한 연구. 부산광역시보건환경연구원보, 제15-1권, pp177-186(2005)