

## 동천 환경 실태 조사연구

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

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

Urbanized and residential area of Busan covers 86 % of drainage area of Dong stream watershed. Several environmental parameters have been monitored by the environmental improvement project initiated from 2004. Three sampling sites along Dong stream were selected to obtain a few environmental indicators such as water pollution parameters, heavy metal contents in sediment and odor substance from December 2005 and November 2006.

In monthly variation of BOD, the concentration of BOD ranged 5.4-27.2 mg/L, 4.3-33.2 mg/L and 4.2-23.2 mg/L at Kwangmoo bridge(st.1), Jeonpo junction(st.2) and Bum4 bridge(st.3) in Dong stream, respectively. Because of incoming non point source at raining season, BOD concentration sharply increased during June and July 2006.

In seasonal variation of heavy metals, the concentration of Hg ranged 0.0059-0.0578 mg/kg, and mean concentrations of Pb, Cu, Cr, Mn, Zn and Cd ranged 3.69-9.65 mg/kg, 4.033-9.325 mg/kg, 0.737-2.470 mg/kg, 76.833-139.400 mg/kg, 70.783-117.500 mg/kg and 0.202-0.462 mg/kg in the sediment of Dong stream, respectively.

In the measurement of odor substance, the level of odor was higher at the inside of covering stream about 50m far from st.1 than st.2 and st.3. Ammonia, Hydrogen sulfide, Acetaldehyde, Propionaldehyde, Butyraldehyde and i-Valeraldehyde were detected by instrument analysis, but the concentrations of them were not significant level.

Key Words: water pollution, sediment, odor, BOD, heavy metals, Dong stream

#### 서론

지난 40여년간 급속한 도시화와 산업화 과정을 거치면서 개발의 논리에 밀려 보전되고 관리되어야 할 환경이 많이 훼손되어 왔다. 그 중 도시하천의 경우 인구의 증가와 도시 개발 등으로 인해 하천으로 생활 오·폐수의 유입과 편익 위주의 무분별한 복개로 도시하천의 오염을 가중시켰다. 하천은 유역에서 발생하는 다양한 오염물질에 노출되어 있는데다, 최종 통로에 해당하므로 하천의 수질상태는 하천 환경 그 자체의 척도가 될 수 있으며, 수자원의 가치측면에서 인간생활과 그에 따른 영향과 직접적인 관련성을 가지고 있다<sup>1,2,3</sup>. 도시하천의 수질은 유역의 인구증가와 토지 이용도에 따라 상·하류간에 매우 이질적인 양상을 보여 상류유역은 다수의 농경지 내지는 산지들로 농촌 성향이 강하고, 중·하류유역은 시가지를 갖춘 전형적인 도시성향이 강하다<sup>4,5,6</sup>. 도시하천은 불수층 증가의 전형화, 인공지형변화의 수계 변화, 유출량 증가의 유량 변화, 지하수 고

갈과 오염 및 하수에 의한 수질오염 등으로 인한 다양한 문제점을 수반하고 있다<sup>7</sup>. 특히 도시를 관통하는 하천은 대부분이 복개되어 하천으로서의 역할보다는 도시 하수구로서 생활하수의 배출통로로 이용되어 왔다. 최근들어 도시하천의 최대 문제점인 생활하수의 유입을 차단하기 위하여 차집관거를 설치해 하수를 차집하고 있으며 차집된 하수는 하수처리시설에서 처리하여 하천으로 방류하고 있다. 차집관거로 인하여 하천수질이 상당히 개선되고 있지만 복개하천의 경우는 복개 내부에서의 작업 한계성 때문에 완벽하게 하수를 차단하는 것이 쉽지 않은 않다.

동천은 시가지 중심을 관통하는 부산지역의 대표적인 복개된 도시하천이기 때문에 도시하천의 문제점에다 복개하천의 어려운 점까지 짚어지고 있는 실정이다. 서울의 청계천 복원이 후로 시민들의 하천에 대한 인식이 달라지고 친수공간으로서의 요구사항도 상당히 높아져 동천의 복원을 바라고 있으나 동천의 복개된 부분은 동서고가도로를 지지하는 하부의 콘크리

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

Table 1. General description of Dong stream and its tributaries

Stream	Length (km)	Watershed area (km <sup>2</sup> )	Portion of covering structure over stream (%)	
Dong Stream	4.85	31.08	57.7	
Tributary	Bujeon stream	4.19	7.60	100.0
	Gaya stream	3.20	4.17	100.0
	Jeonpo stream	2.60	5.35	89.6
	Hogye stream	1.70	1.21	98.5

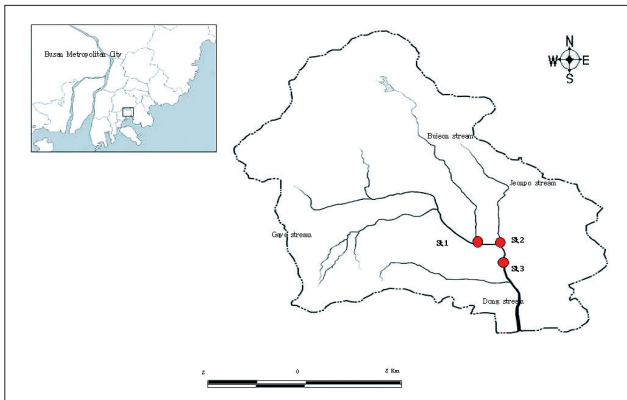


Fig. 1. Map of Dong stream watershed showing sampling site.

트 압거로 이루어져 있고 도로로 이용되고 있어 막대한 자원 없는 복개를 철거할 수 없는 것이 현재의 상황이다. 이와 같은 여건 속에 있는 동천의 수질과 하천변의 환경을 개선하여 동천을 시민들의 쉼터로 만들기 위한 목적으로 부산광역시에서는 동천환경개선사업을 수립하여 시행 중에 있다.

동천 수질 개선을 위하여 동천을 비롯하여 유입 하천인 가야천, 부전천, 전포천, 호계천에 대하여 차집관거를 정비하고 신설하여 하수의 유입을 차단하였으며, 개거구간 시작지점인 광무교에서 범4호교까지 유량을 확보하기위해 범4호교지점에 수중보를 설치하여 주변 지하철 역사에서 나오는 지하수를 공급하여 유지용수하고 있다. 또한, 수중보내에 확보된 유지용수를 정화시킬 목적으로 수질정화장치를 설치 가동하여 수중의 부유물질 등을 제거하고 있다.

본 조사연구에서는 동천환경개선사업에 따른 환경변화에 대해서 알아보기 위하여 복개가 끝나고 개거구간이 시작되는 광무교 지점과 중간지점인 전포천합류지점과 수중보가 설치된 이후지점인 범4호교의 수질, 하상지질, 악취물질에 대한 실태를 조사하여 도시하천에 대한 환경정책의 기초자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

조사대상지역

동천은 주거밀집지역과 시가지 중심을 관통하는 대표적 도시하천으로 유역면적은 31.08km<sup>2</sup>, 지천을 포함한 유로연장은 16.54km인 지방2급 하천이다. 동천유역은 부산광역시의 중앙남단부인 동경 129°00'46" ~ 129°05'11", 북위 35°07'37" ~ 35°11'47" 사이에 위치하며 서북쪽은 낙동강 수계와 접해 있고 동북쪽은 수영강유역과 접하고 있으며 남쪽은 부산항과 접하고 있다<sup>1)</sup>. Table 1과 같이 동천은 부전천, 가야천, 전포천, 호계천 등 4개의 유입하천을 가지고 있으며 유입하천 대부분이 복개되어있다. 동천의 상류구간은 복개되어 있고, 개거되어 있는 중·하류구간도 직강화 또는 석축으로 되어있어 사람의 접근이 어렵게 되어있고 조수간만에 의해 평소 바닷물이 광무교까지 올라오는 감조하천으로 하류에서 역류되는 수질오염물질에 의한 영향을 많이 받고 있다.

본 조사연구의 대상지점은 Fig. 1과 같이 광무교지점(st.1)과 전포천이 합류되는 지점(st.2) 및 수중보 이후 지점인 범4호교지점(st.3)으로 선정하였다.

Table 2. 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°C (3min) 120°C (1min) 100°C (3min) 260°C (2min) 4°C/min 10°C/min 20°C/min
MS	interface temp. ionization mode electron energy ion source temp. detecting mode	260°C EI mode 70eV 230°C Selected Ion Monitoring(SIM)

Table 3. Analytical condition of HPLC for aldehyde compounds

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

**분 석 방 법**

**수질**

수질 분석항목 중 현장측정 항목인 수온, pH, 염분, 용존산소 등은 현장측정기(YSI 556MPS)를 이용하여 현장에서 바로 측정하는 한편, 나머지 분석항목은 시료를 채취하여 실험실로 옮겨 수질오염공정시험방법<sup>10)</sup>에 따라서 분석하였다.

**하상저질**

강열갑량은 해양환경공정시험방법<sup>10)</sup>에 따라 완전히 건조된 시료를 분쇄하여 0.063mm(230메쉬) 체를 통과시킨 후 분석하였으며, 수온을 제외한 중금속 분석을 위한 전처리는 토양오염공정시험방법<sup>10)</sup>에 의하여 시료를 통풍이 잘되는 곳에서 풍건시킨 후, 분쇄하여 2mm 표준체(10메쉬)에 통과한 시료를 분석용 시료로 하였다. 수온은 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**

악취물질의 발생은 복합적인 원인과 그 대상물질이 많으며 극저농도(ppb 수준)에서 발생되므로 관능법과 기기분석법을 병행하여 원인물질을 분석하였다. 복합악취는 희석배수로서 관능적인 판정을 하였으며, 황성분 악취물질은 GC/MS로 분석하였으며 분석 조건은 Table 2와 같고 알데하이드류는 HPLC로 분석을 하였으며 분석조건은 Table 3과 같다.

**결과 및 고찰**

**수질개선 시설 운영**

상류의 대부분이 복개되어 있는 동천의 수질을 개선하기 위하여 근본적인 대책은 복개를 철거하는 것이지만 막대한 재원 확보 등의 현실적인 문제점을 갖고 있기 때문에 현재의 조건하

에서 수질을 개선하고자 광무교지점과 범4호교지점사이에 수중보를 설치하고 수질정화장치를 운영하고 있다.

**수중보 :** 수중보의 설치 목적은 유량확보와 조수간만에 의해 오염된 해수가 역류되어 들어오는 것을 막기 위해 운영하고 있다. 수중보에 의한 적정 수위(1.43m)가 유지되면 수질정화장치가 가동되어 수질을 정화시킨다. 수중보의 전체 높이는 2.9m인데 하부는 철근콘크리트 구조로 되어있고 상부 1.9m는 고무 튜브 형태로 컴프레서를 이용하여 공기를 주입시켜 수중보를 세우고 내리고 하도록 되어있으며 길이는 48.6m이다. 하천을 복원하거나 하천의 본래 기능을 살리기 위해서는 흐름을 막지 않는 것이 기본적인 개념이다. 그러나 동천은 복개로 인해 수질오염이 심하고 악취가 발생하는 등 하천의 기능을 상실했을 정도로 상태가 악화되어있으며, 상류의 오염원 유입과 함께 해안에서 역류되는 들어오는 오염물질이 개거가 시작되는 광무교지점까지 올라오기 때문에 일반하천의 경우와는 다른 면이 있다. 동천의 이러한 환경을 고려하여 해안에서 유입되는 오염물질도 막고 부족한 유지용수도 확보하기 위해 수중보를 설치 운영하고 있다.

**수질정화장치 :** PCF(pore control fiber) 여과형태의 수질정화장치를 설치하여 수중보 내에 확보된 물 중 30,000 m<sup>3</sup>/일 처리용량으로 수중의 부유물질을 제거하도록 운영되고 있다. 수질정화장치는 st.2와 st.3지점 사이에 설치되어 원수를 수중보 직전에서 유입 처리한 후 st.1지점 부근에 방류하도록 되어있다. 수질정화장치 처리 전후의 수질분석을 한 결과 Table 4와 같이 부유물질의 제거효율은 약 61%로 나타났지만 BOD와 COD의 제거효율은 11.6%와 6.8%로 낮게 나타났다.

**수질 변화**

동천의 수질변동을 조사하기 위해 2005년 12월부터 2006년 11월에 걸쳐 매월 시료를 채취하여 분석하였으며 현장측정 항목인 수온, pH, 염분의 측정 결과는 Table 5와 같다. 조사시점인 광무교지점에서 종점인 범4호교까지 유류가 약 480m로 일반적인 하천의 경우 어느 정도의 거리를 두고 유역의 특성이 반영되는 지점을 선정하여 시료채취지점을 정하는 것에

Table 4. Removal rate of SS, BOD and COD by water treatment system(PCF filter type) (n=10)

Parameter	Mean concentration of raw water(mg/L)	Mean concentration of treated water(mg/L)	Removal rate(%)
SS	23.0	8.4	61.1
BOD	18.1	15.2	11.6
COD	13.2	12.1	6.8

Table 5. Results of temperature, pH and salinity measured in Dong stream from Dec. 2005 to Nov. 2006

Parameter	Site	Mean ±SD	Dec., 2005	Jan., 2006	Feb.	Mar.	Apr	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Temp. (°C)	±.1	14.8 ±7.3	5	7	3	11	13	16	20	20	26	21	22	14
	±.2	15.3 ±7.4	5	7	4	10	14	17	21	22	26	21	22	14
	±.3	15.5 ±7.2	5	7	6	11	14	17	21	20	27	22	22	14
pH	±.1	7.2 ±0.5	7.5	7.5	6.7	7.0	7.2	7.6	7.3	7.5	7.5	7.1	7.7	6.8
	±.2	7.3 ±0.4	7.8	7.5	7.1	7.4	7.3	7.2	7.4	7.4	7.4	7.0	7.7	6.4
	±.3	7.2 ±0.4	7.3	7.4	6.3	6.8	7.1	7.2	7.3	7.6	7.3	7.4	7.4	7.0
Salinity (‰)	±.1	4.99 ±5.10	0.40	12.07	0.41	2.29	3.98	1.93	2.94	0.17	8.60	9.95	2.02	15.10
	±.2	10.79 ±9.53	0.95	20.40	0.31	0.39	24.95	21.47	7.40	0.31	15.20	15.37	3.77	18.94
	±.3	20.53 ±8.13	17.70	19.8	20.41	10.50	28.78	24.68	26.90	0.17	24.00	27.56	24.48	21.42

비하면 동천은 시료채취지점간 거리가 상대적으로 짧지만 하천의 상류 대부분이 복개된 동천은 개거가 시작되는 광무교지점과 더불어 전포천이 합류되는 지점과 범4호교지점 사이에 수중보를 설치하여 수량을 확보하는 한편 수질정화장치를 이용해서 부유물질을 제거하는 등의 수질 개선이 이루어지고 있어 실질적인 동천수질의 개선 여부에 대한 모니터링이 필요한 지점이다.

동천의 수온은 전 지점에서 3~27°C의 분포를 보였고 pH는 6.3~7.8의 분포를 보였다. 자연형 하천에서는 조류의 광합성 작용으로 pH가 약 알칼리성을 보이는 경우가 많은데 동천에서는 아직 이러한 현상은 보이지 않고 있다. 범4호교의 염분도는 장마로 우수가 흘러 들어와 염분도가 낮아진 7월을 제외하고는 해수와 비슷한 농도를 보였다. 현장의 보수 공사 때나 우기 시에는 수중보를 내리기 때문에 하류의 해수가 광무교지점까지 밀려 올라와 전포천합류지점과 광무교지점에서도 염분도가 높게 나타났다.

동천에서 월별 BOD, COD, SS 및 DO의 분석결과는 Fig. 2와 같다. 여기에서 알 수 있듯이 BOD는 광무교지점, 전포천 합류지점 및 범4호교지점에서 각각 5.4~27.2 mg/L, 4.3~33.2 mg/L 및 4.2~23.2 mg/L 범위로 나타났는데, 지점에 따라 약간의 차이는 있지만 1월부터 시작하여 3월까지의 증가하다가 5월까지의 점점 감소하였고, 6, 7월에는 급격하게 증가하였으며, 그 이후 다시 감소하는 경향을 보였다. 동천과 하천의 하수관거가 정비 완료된 2005년 12월에 광무교지점과 전포천합류지점에서 BOD가 생활환경보전기준인 10 mg/L이하로 나타났으나 2, 3월에는 상류에서 실려 내려오는 실트와 모래를 집약 준설하기 위하여 광무교 부근에 3m 깊이의 침사조 건설 공사로 인해 하상이 교란되고 수질정화장치와 수중보가 정상적으로 운영되지 못하여 BOD가 높아졌다. 하절기인 6, 7월에는 비가 자주 내려 합류식 하수관거를 월류하여 들어

오는 비점오염원으로 인한 BOD가 높게 나타났다. 자연형 하천에서는 풍수기인 여름철에 우수의 유입으로 인한 희석효과로 BOD가 상대적으로 낮아지는데, 동천과 같은 도시하천에서는 BOD가 오히려 높아져 배치되는 현상을 보였다. 11월의 전포천합류지점 BOD가 광무교지점보다 상당히 높게 나타난 것은 모든 하수가 차집관거로 들어가는 전포천에서는 동천 본류로 흘러가는 유량이 거의 없고 동천의 유로가 전포천합류지점에서 굴곡되어 있고 하상바닥에 콘크리트 잔재물이 남아 있기 때문에 일부 사류가 발생되어 그 영향으로 BOD가 높게 나타났다.

COD와 SS도 BOD와 거의 유사한 경향을 보였으며, 특히 SS는 전 조사지점에서 7월에 가장 높게 나타났는데, 이는 강우에 의해서 우수가 합류식 하수관거로 들어와 월류되면서 동천으로 유입된 월류수 및 비점오염원에 의한 영향인 것으로 추정된다.

하천의 기능유지를 위해서는 유지용수의 확보가 필수적이지만 도시하천의 경우 생활오수의 차집으로 인해 우기시를 제외하고는 거의 물이 흐르지 않는다. 동천도 유역의 하수관거가 완료됨에 따라 우기를 제외한 평상시는 동천으로 들어오는 물의 양은 거의 없다. 따라서 하천의 기능을 유지하고 수질을 개선시키기 위해서는 충분한 유지용수 확보가 필요하다. 현재 동천에 공급되는 용수는 인근 부암, 문현 지하철역의 지하수 약 2,500 m<sup>3</sup>/일을 유입하여 이용하고 있으나 절대 부족한 상태이다. 앞으로 유지용수 확보를 위하여 성지곡수원지의 월류수와 경부고속철공사에서 발생하는 지하수를 활용할 계획에 있으므로 유지용수가 확보되면 수질이 더욱 더 개선될 것으로 보인다.

하상저질

하상의 저질 상태를 조사하기 위하여 2004년 12월부터 계절별로 광무교 등 3개지점에 대해 시료를 채취하여 분석하였

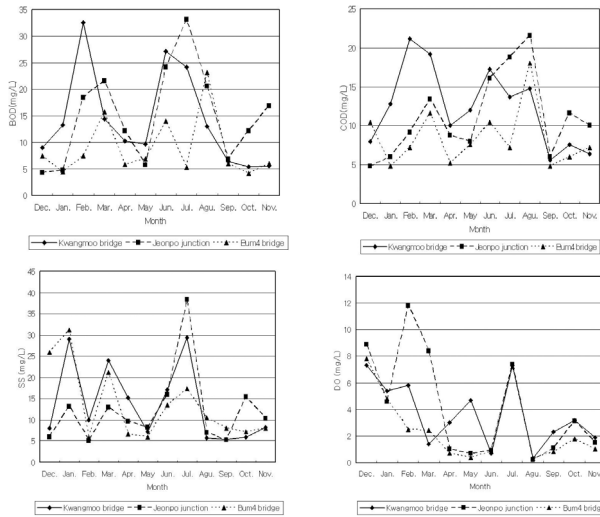


Fig. 2. Monthly variation of BOD, COD, SS and DO in Dong stream during the study period.

다. 여름에는 장마로 인하여 합류식 하수관거에서 우수 및 오수가 월류되어 하천으로 흘러들어와 평상시 상태와는 다른 조건이므로 여름철 채취는 제외하였다. 저질의 유기물 함량을 분석하기 위한 감열감량과 수은을 비롯한 중금속 항목을 분석하였으며 결과는 Table 6와 같다.

2005년 12월 하상저질의 유기물 함량은 동천 및 지천의 합류식 하수관거 공사가 완료됨에 따라 생활하수의 유입이 차단

됨으로 수중보 설치지점 이전인 광무교(st.1)와 전포천합류지점(st.2)에서의 유기물 함량이 작은 반면, 수중보 이후 지점인 범4호교(st.3)에서는 해안에서 밀려들어오는 오염물에 의한 유기물 함량이 다소 높은 것으로 조사되었다. 2006년 3월의 조사에서는 하상의 유기물 함량이 겨울철에 비하여 높게 나타났는데 이는 광무교 부근지점의 침사조 설치공사로 하상 바닥에 쌓여 있던 유기물이 교란되면서 흘러내려온 영향으로 보였다. 2006년 10월 조사에서는 유기물 함량이 다소 낮아졌고 전포천 합류지점에서의 유기물 함량이 다른 지점에 비하여 약간 높게 나타났는데, 이는 과거 고가도로 건설시 하상 바닥에 남아있던 콘크리트 잔재 때문에 정체가 생겨 저질의 상태가 나빠진 것으로 판단되었다.

하상 저질의 중금속 분석에서 수은 함량은 전체적으로 0.0059~0.0578 mg/kg의 분포를 보였는데, 이는 타 지역보다도 상당히 낮은 수준이었고<sup>12)</sup> 토양환경보전법 토양오염우려기준(나지역)의 기준인 16 mg/kg보다도 훨씬 낮은 농도였다. 납과 구리의 평균 농도는 3.69~9.65 mg/kg과 4.033~9.325 mg/kg으로 각각 나타났는데, 그 중 광무교지점이 가장 높게 나타났다. 크롬의 평균농도는 0.737~2.470 mg/kg이며 전포천합류지점이 가장 높게 나타났고, 망간과 아연과 카드뮴의 평균농도는 76.833~139.400 mg/kg과 70.783~117.500 mg/kg과 0.202~0.462mg/kg으로 각각 나타났으며, 광무교, 전포천합류지점, 범4호교 순서로 높게 나타났다. 수은과 마찬가지로 모든 중금속의 농도는 토양환경보전법 토양오염우려기준(나지역)의 기준보다도 낮게 나타났다.

Table 6. Results of temperature, pH and salinity measured in Dong stream from Dec. 2005 to Nov. 2006

Parameter	Site	Mean	Winter(Dec., 2005)	Spring(Mar., 2006)	Fall(Oct., 2006)
Volatile Solids (%)	st.1	4.1	1.8	8.4	2.0
	st.2	7.1	2.7	11.8	6.9
	st.3	8.9	7.2	14.0	5.4
Hg (mg/kg)	st.1	0.0236	0.0578	0.0072	0.0059
	st.2	0.0121	0.0112	0.0046	0.0204
	st.3	0.0288	0.0397	0.0341	0.0126
Pb (mg/kg)	st.1	9.65	5.57	10.17	13.22
	st.2	6.87	15.41	ND	5.21
	st.3	3.69	3.07	0.35	7.66
Cu (mg/kg)	st.1	9.325	7.595	10.950	9.430
	st.2	8.722	15.060	0.255	10.850
	st.3	4.033	2.760	1.000	8.340
Cr (mg/kg)	st.1	1.588	1.360	1.965	1.440
	st.2	2.470	5.375	0.245	1.790
	st.3	0.737	0.630	0.455	1.125
Mn (mg/kg)	st.1	76.833	64.650	89.700	76.150
	st.2	108.267	102.750	117.200	104.850
	st.3	139.400	118.100	74.000	226.100
Zn (mg/kg)	st.1	70.783	67.000	95.000	50.350
	st.2	115.667	145.750	79.750	121.500
	st.3	117.500	85.250	185.750	81.500
Cd (mg/kg)	st.1	0.202	0.100	0.290	0.215
	st.2	0.387	0.345	0.280	0.535
	st.3	0.462	0.395	0.575	0.415

Table 7. Concentration of odor substance in Dong stream during the study period

Parameter	Site	Winter (Dec., 2005)	Spring (Mar., 2006)	Fall (Oct., 2006)
Complex odor (dilution factor)	st.1	25	17	14
	st.2	2	2	2
	st.3	1	2	2
Ammonia (ppm)	st.1	0.02	0.26	0.25
	st.2	0.01	0.28	0.18
	st.3	0.02	0.23	0.22
Hydrogen sulfide (ppm)	st.1	0.010	0.010	ND
	st.2	ND*	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND
Methyl mercaptan (ppm)	st.1	ND	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND
Dimethyl sulfide (ppm)	st.1	ND	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND
Dimethyl disulfide(ppm)	st.1	ND	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND
Acetaldehyde (ppm)	st.1	0.020	0.007	0.003
	st.2	0.006	0.019	0.005
	st.3	0.005	0.003	0.004
Propionaldehyde (ppm)	st.1	0.010	ND	0.007
	st.2	0.004	0.005	0.005
	st.3	0.004	ND	0.001
Butyraldehyde (ppm)	st.1	0.004	ND	0.004
	st.2	0.001	0.004	0.002
	st.3	0.001	ND	ND
i-Valeraldehyde (ppm)	st.1	0.006	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND
n-Valeraldehyde (ppm)	st.1	ND	ND	ND
	st.2	ND	ND	ND
	st.3	ND	ND	ND

ND\* : Not Detected

### 악취물질

동천주변에서 발생되는 악취물질 조사를 위한 시료채취는 하상지질과 같은 기간에 수행하였으며 시료채취장소는 광무교 지점은 북개천 내부 50m 지점이었고, 전포천합류지점과 범4호교는 지질시료채취장소와 동일한 지점이었으며 시료채취는 동천의 하천변에서 실시하였으며, 결과는 Table 7과 같다.

하수관거의 공사완료로 환경이 다소 개선되었지만 광무교 북개 내부의 복합악취 수준은 악취방지법 배출허용기준(기타 지역)인 복합악취 15배를 초과하는 것으로 나타났는데, 이는 북개 내부 하상지질의 유기물이 분해되면서 발생하는 매탄 등의 가스 농도가 상당히 높다는 것을 보여주는 반면, 전포천합류지점과 범4호교지점의 복합악취 수준은 일반지역의 수준으로 하천에서 발생되는 악취의 영향은 미미한 것으로 판단된다.

암모니아와 황성분 악취물질 중 황화수소 그리고 알데하이드류인 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, i-발테르알데하이드 등의 지정악취물질이 검출되었으나 그 수준은 특이할 만큼의 높은 농도가 아닌 일반적인 농도로서 일반하천 등에서 잘 검출되는 악취물질<sup>13)</sup>로 조사되었다. 지정

악취물질 중 암모니아와 아세트알데하이드는 조사 때마다 전 지점에서 검출되었다.

### 결 론

동천환경개선사업에 따른 환경 변화에 대해서 알아보기 위하여 북개가 끝나고 개거 구간이 시작되는 광무교에서 중간지점인 전포천합류지점과 수중보가 설치 이후 지점인 범4호교의 수질, 하상지질 및 악취물질에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동천의 유지용수 확보를 위하여 수중보를 설치하였으며, 부유물질 제거를 위하여 PCF 여과방식의 수질정화장치를 설치 운영한 결과 부유물질의 제거효율은 약 61%로 나타났다.
2. 범4호교지점의 염분도는 장마로 우수가 흘러 들어와 염분도가 낮아진 7월을 제외하고는 해수와 비슷한 농도로 조사되었고, 전포천합류지점과 광무교지점에서도 해수에 가까운 농도가 6회 나타났는데, 이는 동천 현장 시설 공사와 보수 또

는 우기시 수중보 가동의 중단으로 하류의 해수가 광무교지점까지 밀려 올라왔기 때문이다.

3. 2005년 12월부터 2006년 11월까지 월별 수질 변동 분석 결과 BOD는 광무교지점, 전포천합류지점 및 범4호교지점에서 각각 5.4~27.2 mg/L, 4.3~33.2 mg/L 및 4.2~23.2 mg/L 범위로 나타났는데, 지점에 따라 약간의 차이는 있지만 1월부터 시작하여 3월까지의 증가하다가 5월까지의 점점 감소하였고, 우수로 인한 비점오염원의 유입이 많았던 6, 7월에는 급격하게 증가하였으며, 그 이후 다시 감소하는 경향을 보였다.

4. 여름철을 제외한 계절별 하상 저질의 중금속 분석에서 수은 함량은 0.0059~0.0578 mg/kg의 분포를 보였고, 납의 평균 농도는 3.69~9.65 mg/kg, 구리는 4.033~9.325 mg/kg, 크롬은 0.737~2.470 mg/kg, 망간은 76.833~139.400 mg/kg, 아연은 70.783~117.500 mg/kg, 카드뮴은 0.202~0.462 mg/kg으로 각각 나타났으며 이런 농도는 토양환경보전법 토양오염 우려기준(나지역)의 기준보다도 훨씬 낮은 수준이었다.

5. 악취물질의 조사결과 광무교 복개 내부의 복합악취 수준은 악취방지법 배출허용기준(기타지역)인 복합악취 15배를 초과하는 것으로 나타난 반면에 전포천합류지점과 범4호교지점은 일반지역의 수준으로 나타났다. 기기분석에서는 암모니아, 황화수소, 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, i-발데르알데하이드 등의 지정악취물질이 검출되었으나 그 수준은 특이할 만큼의 높은 농도가 아닌 일반적인 농도였다.

참 고 문 헌

1. 심재현, 우리나라 도시하천관리의 문제점, 도시문제, 33, p71-78(1998).
2. 한상욱, 홍사욱, 도시하천의 수질특성에 관한 연구(제2보)-중랑천을 중심으로, 한국육수학회지, 19, p1-9(1986).

3. Murdock J, Roelke, D and Gelwick F, Interactions between Flow, Periphyton, and Nutrients in a Heavily Impacted Urban Stream: Implications for Stresm Restoration Effectiveness, Ecological Engineering, 22, p197-207(2004).
4. 신재기, 조주래, 황순진, 조정제, 평택호와 유역 주요 하천의 수환경 및 오염도 평가, 한국육수학회지, 33, p387-394(2000).
5. Faulkner H, Edmonds-Brown V and Green A, Problems of Quality Designation in Diffusely Polluted Urban Streams-the Case of Pymme's Brook, North London, Environmental Pollution, 109, p91-107(2000).
6. Mancini L, Formichetti P, D'Angelo AM, Pierdominici E, Sorace A, Bottoni P, Iaconelli M, Ferrari C, Tancioni L, Rossi N and Rossi A, Freshwater Quality in Yrban Areas : a Case Study from Rome, Italy, Microchemical Journal, 79, p177-183(2004).
7. Wagner A and Geiger WF, New Criteria for Stormwater Discharges into Urban Streams, Water Science and Technology, 34, p41-48(1996).
8. 부산발전연구원, 환경생태지도 부산의 하천(2006).
9. 환경부, 수질오염공정시험방법(2000).
10. 해양수산부, 해양환경공정시험방법(2005).
11. 환경부, 토양오염공정시험방법(2002).
12. http://jihe.provin.jeonbuk.kr, 문동연, 김병동, 박정제, 정재범, 송주훈, 권태혁, 김윤정, 진수용, 곽미종, 수질오염과 하상퇴적물의 상관관계에 관한 연구, 전라북도 보건환경연구원보(2003).
13. 김주인, 박정옥, 빈재훈. 부산지역 하천 주변의 악취 발생 현황에 관한 연구. 부산광역시보건환경연구원보, 제 15-1권, p177-186(2005).