

# 차집관로와 하수처리시설의 설치에 따른 도시하천의 수질변화 특성 Characteristics of Water Quality Change of Urban River according to Installation of Interceptors and Wastewater Treatment Plant

주연연 · 임봉수<sup>†</sup>  
Juan Juan Zhou · Bong Su Lim<sup>†</sup>

대전대학교 환경공학과  
Department of Environmental Engineering, Daejeon University

(Received September 30, 2014; Revised November 19, 2014; Accepted December 3, 2014)

**Abstract** : In this study, the characteristics of water quality change of the three streams in Daejeon were analyzed according to the expanded installation of interceptors and wastewater treatment plant (WTP). Gabcheon 5 (Singu Bridge) location showed the maximum difference of the highest and lowest concentrations in the last decade. However, the recent water quality of this location was worse than other locations, because of the impact of the effluent from the WTP. In the upstream of the WTP, the Daejeon stream was relatively better than the other locations in organic pollution reduction, and this was caused by the investment for the management of the interceptors in three streams of Daejeon. According to the water quality standard of the stream water quality, the recent water quality of the three streams in Daejeon was acceptable within them in the most of the water quality items, but because the total phosphorus concentration of the upstream such as Daejeon stream, Yudeng stream, Gabchen 3 location did not reach the standard values, a better management of the interceptor was required in the upstream of WTP than its downstream. The upstream of WTP also required a better management of the interceptor than the downstream. The operation and management of WTP was required a high efficiency because the water quality of the effluent from the WTP incurred an adverse effect to the target water quality in the location of the total water pollution load management system.

**Key Words** : *Water Quality Standard of Urban Stream, Interceptor, Wastewater Treatment Plant, Operation and Management, Total Water Pollution Load Management System*

**요약** : 대전 3대하천을 대상으로 차집관로와 하수처리시설 증설로 인한 도시하천의 수질변화의 특성을 분석하였다. 지난 10년 동안 최고 수질에서 최저 수질의 차이가 가장 큰 하천지점은 하수처리시설 하류부인 갑천5(신구교) 지점이다. 반면에 최근 수질은 이 지점이 다른 지점보다 수질이 불량한 것은 하수처리시설의 방류수 영향이다. 하수처리시설 상류부에서는 대전천이 유기물질의 오염감소에서 다른 지점보다 비교적 양호한 지점인데 이는 차집관로의 유지관리 투자에 기인한 것으로 보인다. 최근 3대하천 수질은 하천수질기준치와 비교하였을 때 대부분 수질항목은 기준치 이내로 적합하였으나 상류지점인 대전천, 유등천, 갑천3 지점의 총인은 기준치에 못 미치므로 하수처리시설 상류부가 하류부보다 차집관로의 유지관리가 더 필요하다. 하수처리시설의 방류수 수질이 하천 수질오염총량관리 지점의 목표수질에 악영향을 주기 쉬우므로 하수처리시설 유지관리의 효율성이 적극 요구된다.

**주제어** : 도시하천의 수질기준, 차집관로, 하수처리시설, 유지관리, 수질오염총량관리

## 1. 서론

하천의 기능은 치수와 이수에 의한 유수기능 외에 환경기능, 경관기능 그리고 공간기능 등의 친수기능을 갖으며, 시민들을 위한 안전하고 쾌락한 문화의 한 공간으로서 관리·보전이 필요하다. 자연하천과 도시하천의 구분은 편의상 하천 구간별로 도시를 관류하는 도시하천과 생태계와 직접적인 영향권을 갖고 연속성이 양호한 자연생태하천으로 나눌 수 있다.

대전의 3대하천은 대부분 시가지를 관류하는 구간의 많은 도시하천으로 갑천이 주하천이며, 대전시가지를 가로지르는 대전천과 유등천이 갑천에서 합류되어 북쪽으로 흐르다가 대청댐에서 방류되는 물과 합류되어 금강에 유입되고 있다.<sup>1)</sup> 대전광역시시는 시민들에게 환경 친화적인 도시하천으로

조성하는 노력을 해왔으며,<sup>2)</sup> 대전 3대하천의 수질을 보호하기 위해 여러 가지 사업을 추진하였다. 대전천의 경우 유지용수가 적어 2005년 11월부터 2008년 5월까지 유등천 한발대교에서 대전천 옥계교까지 관로를 설치 및 가압펌프장을 건설하였고, 평균 11,000톤/일을 펌핑(하천수와 대청댐원수 혼합)하여 운영하고 있으나 강우시의 하수관로로부터 배출된 퇴적물의 침전으로 대전천의 옥계교지점에 수질의 악영향을 줄 수도 있다.<sup>3)</sup>

또한 2009년 8월에는 유등천 합류지점인 갑천의 둔산대교 하류부에 가동보를 설치하여 갑천호소공원을 준공하여 용수 취수 및 시민들의 레크레이션 수변공간을 확보하였다. 이 경우 여름철 강우시 유등천의 비점원오염물질의 농도가 높으면 호소공원내에 저니토가 쌓일 우려가 있어 가동보의 배사문 운영관리가 중요하게 수질의 영향을 끼칠 수 있다.

<sup>†</sup> Corresponding author E-mail: bslim@dju.kr Tel: 042-280-2531 Fax: 042-284-0109

수변공간은 수자원의 보존, 생태계의 보전 및 친수공간의 활용이 균형적으로 이루어져야 한다. 그리고, 친환경성을 높이기 위해서는 자연환경을 배려하고 사람들이 자연환경을 자유롭게 향유할 수 있도록 자연과 조화를 이루는 계획이 필요하다.<sup>4)</sup>

환경부는 2007년 4월 제6차 사회문화정책관계 장관회의에서 물고기가 뛰놀고 아이들이 먹 감는 “생태하천 만들기 10년 계획”을 발표하였다.<sup>5)</sup> 이러한 환경부 정책에 호응하여 대전광역시시는 “3대 하천 복원사업”을 추진하고 있다. 각 하천 별로 주제는 대전천은 생명력 있는 봉수샘 가꾸기, 유등천은 생명력 있는 버드내 가꾸기, 갑천은 생명력 있는 신선샘 가꾸기로 정하고 있다.<sup>6)</sup>

차집관로는 합류식 관로가 보급된 지역 또는 합류식 및 분류식이 혼재된 지역으로부터 하수를 효과적으로 차집하여 하수처리시설로 수송하기 위하여 설치하는 시설로서 도시하천수질을 보호하는데 기여한다. 대전광역시 하천 자체적인 수질개선사업이외에 2004년부터 2012년까지 약 32.2 km의 차집관로 비굴착개보수사업, 2013년말에 하수관로 BTL 사업으로 관로의 분류식화 및 불량한 하수관의 관로설비사업, 비하수처리구역이 하수처리구역으로 확대(도안지구), 2013년말에 하수처리시설의 고도처리 및 총인제거시설 등을 수행되어 왔다. 도시하천의 수질을 보호하기 위해서 하수처리시설을 설치하지만 이 처리시설이 하류에 위치하여 상류하천의 수질을 향상시키는 주요한 역할은 차집관로의 증설로 볼 수 있다. 대전 3대하천의 경우 하천양단에 차집관로가 설치되어 오수의 하천유입을 방지할 수 있어 하천의 수질이 매년 개선되어 지고 있으나, 이에 대한 수질변화의 특성에 대한 평가는 부족했다. 따라서, 본 연구는 대전광역시 도시하천의 수질변화 특성을 제시하여 향후 차집관로의 설치와 유지관리, 도시하천 수질관리 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 조사대상지역

본 연구는 대전광역시 3대하천의 하류인 대전천3(현암교),



Fig. 1. Main sampling location of the three streams in Daejeon.

유등천5(대화교), 갑천3(대덕대교)과 하수처리시설의 방류수가 유입된 이후의 갑천하류부인 갑천5(신구교) 총 4개 지점을 대상지역으로 선정하였으며 수질측정자료는 물환경시스템의 수질측정망<sup>7)</sup>을 활용하여 2004년부터 2013년 동안의 10년간의 자료를 분석하였다. Fig. 1은 대전광역시의 주요 수질측정지점을 나타내고 있다.

### 2.2. 조사방법

대전광역시에서 새로이 제정된 환경기본조례<sup>8,9)</sup>에 의한 하천수질기준이 Table 1이다. 하천 수질항목은 9개 항목으로 pH, BOD, COD, TOC, SS, DO, TP, 총대장균군, 분원성 대장균군이지만, 본 연구에서는 5대 항목인 BOD, COD, SS, TN, TP을 분석하였다. 그리고 3대하천의 차집관로 년도별 증설 현황<sup>10)</sup>을 통하여 차집관로의 설치에 따른 하천의 수질 오염 저감에 대한 상관성을 알아보았다. 참고로 Table 1에 나타난 수계명 대전천3, 유등천, 갑천1의 수질기준은 Ib등급(좋음)으로 동일하고 갑천3은 하수처리장 하류부로 IV등급(약간 나쁨)으로 본 연구의 갑천3와 다른 지점 하류부이다.

Table 1. Water quality standard of the three streams in Daejeon

Name of water system	Section	Class	Standard of living environment									
			pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	T-P (mg/L)	Coliform group (No./100 mL)		
										Total coliform group	Faces coliform group	
Daejeon stream	all section	good	Ib	6.5~8.5	<2	<4	<3	<25	>5	<0.04	<500	<100
Yudeung stream1	Daejeon border~before junction Daejeon stream	good	Ib	6.5~8.5	<2	<4	<3	<25	>5	<0.04	<500	<100
Gabcheon1	Dugye stream junction (border~before junction Yudeun stream)	good	Ib	6.5~8.5	<2	<4	<3	<25	>5	<0.04	<500	<100
Gabcheon2	after junction Yudeun stream~uocheon bridge (before WTP)	avg.	III	6.5~8.5	<5	<7	<5	<25	>5	<0.2	<5,000	<1,000
Gabcheon3	uocheon bridge~before junction Geumgang	bit bad	IV	6.0~8.5	<8	<9	<6	<100	>2	<0.3	-	-

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 차집관로의 현황

2012년말 기준으로 대전광역시의 하수관로 시설은 3,400 km로 하수관로 보급률은 약 95%에 이르고 있다. 이중 합류식 하수관로 1,583 km (46.5%), 분류식 하수관로 1,817 km (53.4%)로 분류식 하수관로가 차지하는 비율이 전국 60%에 비해 낮은 편이다. Table 2는 대전광역시에 설치된 배수구역

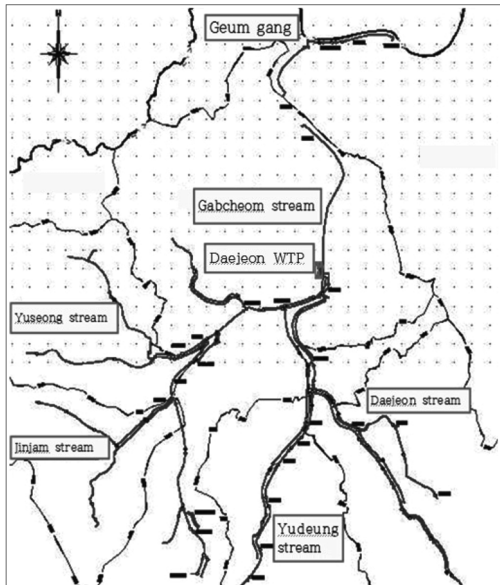


Fig. 2. Interceptor map in Daejeon.

Table 2. Status of interceptor in Daejeon

Basin	Total length (m)	Location	Sewer Size	Remark
Total	139,708			
Daejeon stream	29,106	upper Gudo bridge~junction Yudeung Stream	φ 300~1,350 mm, BOX 1.5~1.6 m	including Daedong stream
Yudeung stream	23,451	Root park~Dunsan big bridge	φ 500~1,350 mm, BOX 1.2~2.7 m	
Gabcheon stream	57,756	Gasuwon station~WTP	φ 300~1,350 mm, BOX 1.5~2.8 m	including Guanje stream
Geum gang	3,316	Yongjeon elementary school~3·4 industrial complex WTP	φ 500~1,200 mm	
Jinjam stream	11,053	(old)Chungnam bangjeok~Mannyon bridge	φ 200~1,200 mm	including Hwasan stream
Yuseong stream	15,026	Gabdong 1st bridge~oun bridge	φ 400~1,000 mm	including Bansuck stream

Table 4. COD concentration of the three streams in Daejeon for 10 years (unit : mg/L)

Year	Gabcheon3	Gabcheon5	Daejeon stream	Yudeung stream
2004	4.2	8.2	4	4.6
2005	4.3	7.4	3.9	4.1
2006	3.6	7.8	3.8	3.6
2007	4.3	7.9	4.1	3.7
2008	5.5	8.8	4.6	5
2009	4.8	9	4.1	5
2010	4	7.4	3.3	3.3
2011	4.2	8.5	4.1	3.5
2012	3.6	7.6	3.4	3.4
2013	3.7	6.9	2.8	3.2
Avg.	4.22	7.95	3.81	3.94

Table 3. Length of interceptor by streams for 10 years (unit : m)

Year	Gabcheon 3	Gabcheon 5	Daejeon stream	Yudeung stream	Total
2004	10,310	26,122	20,386	23,451	80,269
2013	15,021	42,735	29,106	23,451	110,313
Increase length for 10 year	4,711	16,613	8,720	0	30,044

별 차집관로 현황이다. 총 연장은 약 140 km이며 갑천이 58 km, 대전천이 29 km, 유등천이 24 km(진잠천 11 km, 유성천 15 km)은 갑천에 포함되나 별도 언급, 그리고 금강 3 km 순으로 갑천이 가장 긴 구역이다. 차집관로의 총연장은 일반적으로 합류식 하수관로에 포함되어 통계처리하고 있다. Fig. 2는 대전광역시 기설치된 차집관로 및 관련 시설의 현황도이다.

Table 3은 10년 동안에 하천별 좌변 혹은 우변에 설치된 차집관로 총 길이를 나타내고 있다. 갑천의 경우 갑천5는 갑천3을 제외한 차집관로의 길이이다. 10년 동안 가장 증가량이 높은 순서는 갑천 > 대전천 > 유등천 순서이다. 이는 갑천, 유등천, 대전천의 유로연장이 각각 62.8 km, 47.9 km, 24.0 km로 보았을 때 갑천이 차집관로의 설치길이가 가장 길고, 반면에 대전천은 유로연장이 짧아도 차집관로 설치를 비교적 많이 한 것으로 판단된다.

#### 3.2. 하천수질의 변화

Table 4는 대전 3대하천의 지점별 10년 동안 년평균 COD 농도이다. 3대하천중 하수처리시설 하류부인 갑천5 지점에

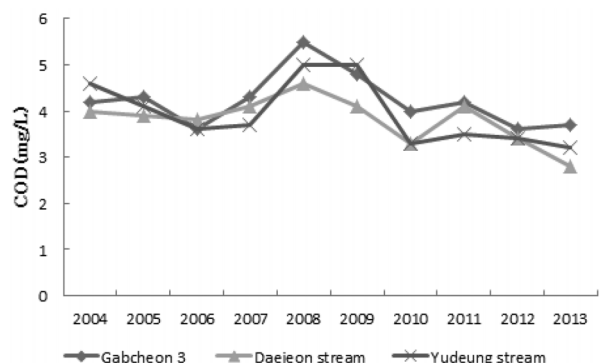


Fig. 3. Annual COD concentration variation of the three streams in Daejeon.

서 COD농도 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. Fig. 3은 갑천5를 제외한 대전 3대하천의 년도별 COD농도 수질변화이다. 2013년 현재 대전천은 3대하천중에서 COD농도가 가장 낮은 지점으로 나타났다. 대전광역시 하천수질기준치와 비교하였을 때 갑천5는 9 mg/L 이하로 IV등급(약간 나쁨), 갑천3, 대전천, 유등천은 4 mg/L 이하로 모두 Ib등급(좋음)으로 나타나 기준치 이하를 유지하고 있다.

과거의 자료에도 BOD 오염부하량으로 비교하였을 때 대전천이 유등천과 갑천에 비해 약 11~15배 정도 높아 상대적으로 수질개선효과가 높았다.<sup>11)</sup> 또한 대전천은 2004년부터 차집관로 누수부가 타 하천에 비해 많아서 비굴착 개보수사업<sup>9)</sup>을 많이 수행한 결과로 수질이 개선된 것으로 보여진다.

Table 5는 10년 동안 3대하천 지역별 TN농도이다. 2008년 이후에 갑천3지점이 다른 지점보다 TN농도가 가장 낮은

Table 5. TN concentration of the three streams in Daejeon for 10 year (unit : mg/L)

Year	Gabcheon3	Gabcheon5	Daejeon stream	Yudeung stream
2004	2,978	14,633	5,715	3,689
2005	3,556	14,43	5,366	3,348
2006	3,114	12,983	4,435	2,745
2007	3,017	11,031	5,249	2,636
2008	2,314	10,312	3,667	2,51
2009	1,968	9,036	4,235	2,765
2010	2,967	8,23	4,525	3,203
2011	2,707	8,813	4,732	3,083
2012	2,615	10,512	4,205	3,043
2013	2,623	8,517	3,728	2,497
Avg.	2,786	10,850	4,586	2,952

Table 6. TP concentration of Daejeon three streams for 10 year (unit : mg/L)

Year	Gabcheon3	Gabcheon5	Daejeon stream	Yudeung stream
2004	0,111	0,816	0,155	0,087
2005	0,136	0,921	0,152	0,104
2006	0,131	1,294	0,094	0,072
2007	0,063	0,861	0,1	0,064
2008	0,089	0,691	0,091	0,104
2009	0,064	0,483	0,099	0,114
2010	0,124	0,301	0,071	0,059
2011	0,073	0,358	0,09	0,048
2012	0,069	0,236	0,092	0,062
2013	0,051	0,137	0,05	0,046
Avg.	0,0911	0,6101	0,0994	0,076

Table 7. Difference and order of the highest and lowest concentration for 10 year (unit : mg/L)

Item	Order	1		2		3		4	
		Location	Difference	Location	Difference	Location	Difference	Location	Difference
COD		Gabcheon5	2,4	Gabcheon3	2,1	Yudeung stream	2,1	Daejeon stream	1,8
BOD		Gabcheon5	2,6	Yudeung stream	1,8	Gabcheon3	1	Daejeon stream	0,9
SS		Daejeon stream	7,6	Gabcheon3	4,3	Yudeung stream	4,2	Gabcheon5	3,9
TN		Gabcheon5	6,688	Daejeon stream	1,987	Gabcheon3	1,588	Yudeung stream	1,375
TP		Daejeon stream	1,101	Gabcheon5	1,100	Gabcheon3	0,088	Yudeung stream	0,072

것으로 나타나는 경향이다. Fig. 4는 대전 3대하천의 년도별 TN농도 수질변화이다. 참고로 대전광역시환경기준(하천수질)에는 TN농도 기준이 없다.

Table 6은 10년 동안 3대하천 지점별 TP농도이다. Fig. 5는 대전 3대하천의 년도별 TP농도 수질변화이다. 2013년 현재 유등천이 다른 지점보다 TP농도가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 대전광역시 하천수질기준치와 비교하였을 때 유등천, 대전천, 갑천3은 모두 0.04 mg/L 이하이고, 갑천5는 0.3 mg/L 이하로 갑천5를 제외하고는 대전 3대하천 상류부 3지점은 모두 기준치에 아직도 못 미치고 있는 상황이다. 기준치와 현재 수질과의 농도차이를 비교하였을 때 상류지점은 기준치에 육박하고 갑천5지점은 여유가 많은 것으로 볼 때 향후 차집관로의 유지관리가 상류부에 더 필요한 것으로 판단된다.

Table 7은 10년 동안 최고 수질과 최저 수질의 농도차이

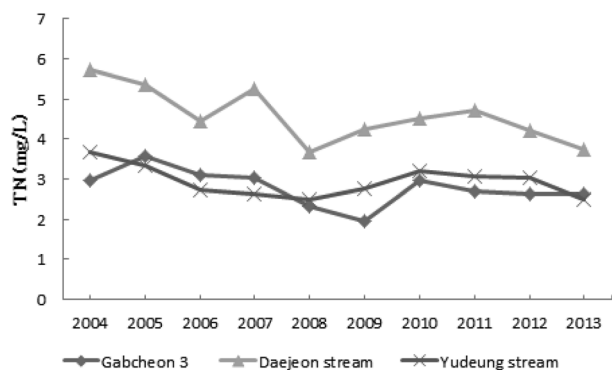


Fig. 4. Annual TN concentration variation of the three streams in Daejeon.

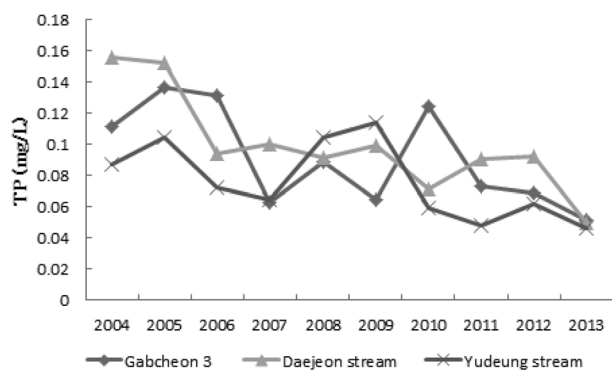


Fig. 5. Annual TP concentration variation of the three streams in Daejeon.

**Table 8.** Present situation of annual average water quality of the three streams in Daejeon (unit:mg/L)

	Gab cheon5	Gab cheon3	Daeieon stream	Yudeung stream
BOD	4.4	1.9	1.8	1.9
COD	6.6	3.4	2.8	2.9
SS	5.7	6.3	3.6	3
T-N	7,945	2,42	3,728	2,314
T-P	0,137	0,048	0,054	0,042

크기가 큰 순서를 나타낸 것으로 갑천5가 대부분의 수질항목에서 가장 수질의 변화가 큰 것으로 나타났으며, 이 지점은 하수처리시설의 하류부에 있지만 차집관로의 지속적인 설치 증가량이 많았기 때문인 것으로 보여진다.

갑천5 지점에서 10년 동안 수질항목별 수질변화가 가장 큰 것을 알아보기 위해서 현재의 지역환경기준을 기준으로 농도차이와 변화정도를 분석하였다. 갑천5의 지역환경기준은 총인 0.3 mg/L 이하, COD 9 mg/L 이하, BOD 8 mg/L 이하, SS 100 mg/L 이하로 되어 있어, 이를 이용하여 수질항목별 농도차이가 가장 큰 순서는 TN > TP > BOD > COD > SS 순이다.

Table 8은 2013년 기준 현재 년평균 수질현황이다. 갑천5는 타 하천의 수질과 비교시 대부분 수질항목이 가장 높은 것으로 나타났는데, 하수처리시설의 방류수에 의한 영향이 큰 것으로 보여진다. 예를 들면, TN의 경우 유등천 하류 2.314 mg/L, 갑천 상류는 2.42 mg/L로 합류되며, 하수처리시설의 방류수 수질기준이 20 mg/L 이하(2013년 기준, 년평균 11.413 mg/L)로 방류되므로 이에 의한 영향으로 갑천5는 7.945 mg/L에 이르고 있음을 볼 수 있다.

### 3.3. 차집관로 설치에 따른 수질의 변화

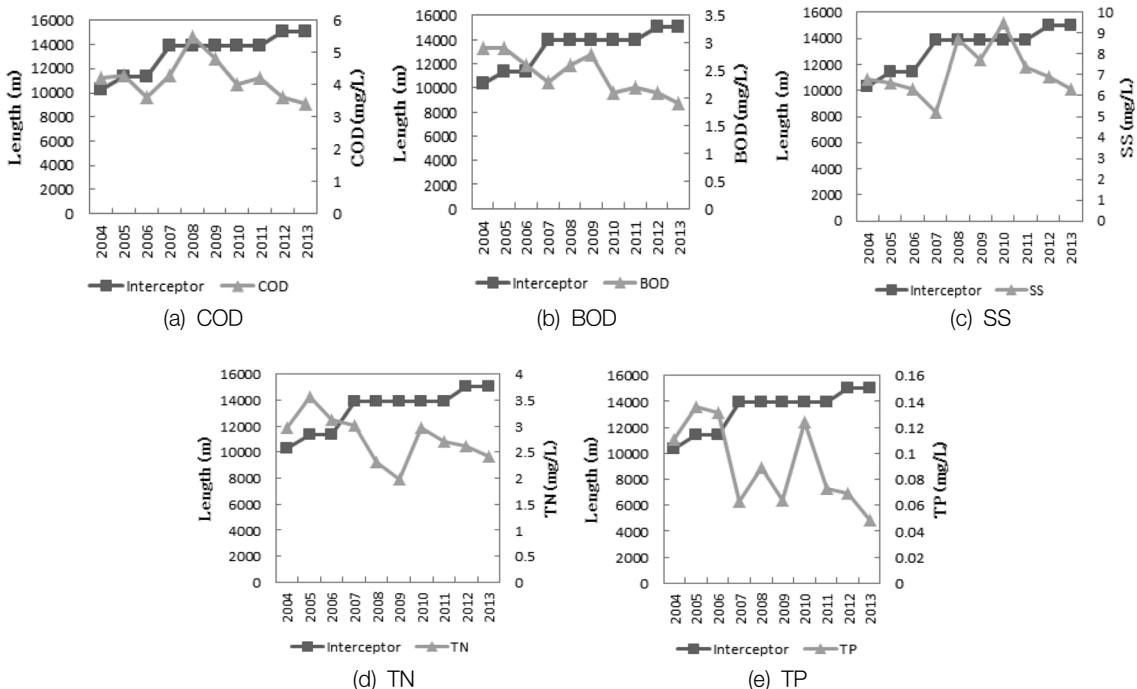
#### 3.3.1. 갑천의 수질변화

3대하천 4개 지점 중 갑천5는 차집관로 설치에 따른 수질 차이가 뚜렷하게 크게 나타났지만, 상류지역인 갑천3, 대전천, 유등천에 비해 수질이 양호하지 못하므로 상류지역인 3지점에 대해 차집관로 증설과 수질변화의 상관성을 분석하였다.

Table 9는 차집관로 증가에 따른 갑천3 지점의 2004년부터 2013년까지 10년 동안 수질자료이고, Fig. 6은 10년 동안 년도별 평균 수질의 변화를 그림으로 나타낸 것이다. SS 이외에 대부분 수질항목은 다소변화가 있지만 대체로 COD,

**Table 9.** Annual average water quality according installation of interceptor in Gabchen3

Year	Interceptor (m)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
2004	10310	4.2	2.9	6.8	2,978	0.111
2005	11383	4.3	2.9	6.6	3,556	0.136
2006	11383	3.6	2.6	6.3	3,114	0.131
2007	13915	4.3	2.3	5.2	3,017	0.063
2008	13915	5.5	2.6	8.7	2,314	0.089
2009	13915	4.8	2.8	7.7	1,968	0.064
2010	13915	4	2.1	9.5	2,967	0.124
2011	13915	4.2	2.2	7.4	2,707	0.073
2012	15021	3.6	2.1	6.9	2,615	0.069
2013	15021	3.4	1.9	6.3	2,42	0.048
Difference between the highest and lowest value	4711	2.1	1	4.3	1,588	0.088



**Fig. 6.** Annual variation of water quality according to installation of interceptor in Gabchen3.

BOD는 감소하는 경향을 띠고 있었으며 최고 수질에서 최저 수질의 차이로 보면 COD는 62%, BOD는 66%로 감소되었고, 영양소중 TN은 55%, TP는 35%로 감소되었다.

### 3.3.2. 대전천의 수질변화

Table 10은 대전천 지점의 2004년부터 2013년까지 10년 동안 수질자료이다. Fig. 6은 차집관로 설치에 따른 대전천 10년 동안 년평균 수질의 변화를 그림으로 나타낸 것이다. Table 9에 최고 수질에서 최저 수질의 차이로 보면 COD는 61%, BOD는 64%로 감소되었고, TN은 64%, TP는 35%로 감소되었다. 한편, 2009년부터 유등천에서 대전천 상류부(옥계교)로 역펌핑을 하였는데 유등천의 수질이 대전천보다 높고, 역펌핑 작동이 중단시 압송관에 유입된 역펌핑수의 부패, 유지용수 감소로 수중구조물에 의한 정체 현상이 발생하여 수질문제가 발생하는 경우가 있는 것으로 조사되었다.<sup>12)</sup> Fig. 7에서도 2009년 이후의 수질을 보면 안정적이기 보다는 다시 악화하며 변동이 있음은 이를 뒷받침해 주고 있다. 역펌핑을 지속적으로 유지하되 유등천의 수질이 대전천에 영향을 주는 것을 고려한다면 대전천보다 양호한 수질이 제공되어야 할 것이다.

Table 10. Annual average water quality according installation of interceptor in Daejeon stream

Year	Interceptor (m)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
2004	20386	4	2.8	6	5.715	0.155
2005	20386	3.9	2.8	3.9	5.366	0.152
2006	20983	3.8	2.4	3.4	4.435	0.094
2007	20983	4.1	2.5	3.2	5.249	0.1
2008	21032	4.6	2.7	4.2	3.667	0.091
2009	21032	4.1	2.6	10.8	4.235	0.099
2010	23492	3.3	1.8	8.4	4.525	0.071
2011	23492	4.1	2.3	7.2	4.732	0.09
2012	23492	3.4	2.3	3.8	4.205	0.092
2013	29106	2.8	1.8	3.6	3.728	0.054
Difference between the highest and lowest value	8720	1.8	1	7.2	1.987	0.101

Table 11은 유등천5 지점의 2004년부터 2013년까지 10년 동안 수질자료이다. Fig. 6은 차집관로 설치에 따른 유등천 10년 동안 년평균 수질의 변화를 그림으로 나타낸 것이다. Table 9에 최고 수질에서 최저 수질의 차이로 보면 COD는 61%, BOD는 64%로 감소되었고, TN은 64%, TP는 35%로 감소되었다. 한편, 2009년부터 유등천에서 대전천 상류부(옥계교)로 역펌핑을 하였는데 유등천의 수질이 대전천보다 높고, 역펌핑 작동이 중단시 압송관에 유입된 역펌핑수의 부패, 유지용수 감소로 수중구조물에 의한 정체 현상이 발생하여 수질문제가 발생하는 경우가 있는 것으로 조사되었다.<sup>12)</sup> Fig. 7에서도 2009년 이후의 수질을 보면 안정적이기 보다는 다시 악화하며 변동이 있음은 이를 뒷받침해 주고 있다. 역펌핑을 지속적으로 유지하되 유등천의 수질이 대전천에 영향을 주는 것을 고려한다면 대전천보다 양호한 수질이 제공되어야 할 것이다.

### 3.3.3. 유등천의 수질변화

Table 11. Annual average water quality according installation of interceptor in Yudeung stream

Year	Interceptor (m)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
2004	23451	4.6	3.2	6.5	3.689	0.087
2005		4.1	2.9	6.1	3.348	0.104
2006		3.6	2.5	5	2.745	0.072
2007		3.7	2.2	5.2	2.636	0.064
2008		5	3.2	7.1	2.51	0.104
2009	No Installation	5	3.4	7.2	2.765	0.114
2010		3.3	1.6	3.8	3.203	0.059
2011		3.5	1.8	3.4	3.083	0.048
2012		3.4	2.2	3.8	3.043	0.062
2013		2.9	1.9	3	2.314	0.042
Difference between the highest and lowest value	-	1.7	1.5	4.2	1,375	0.072

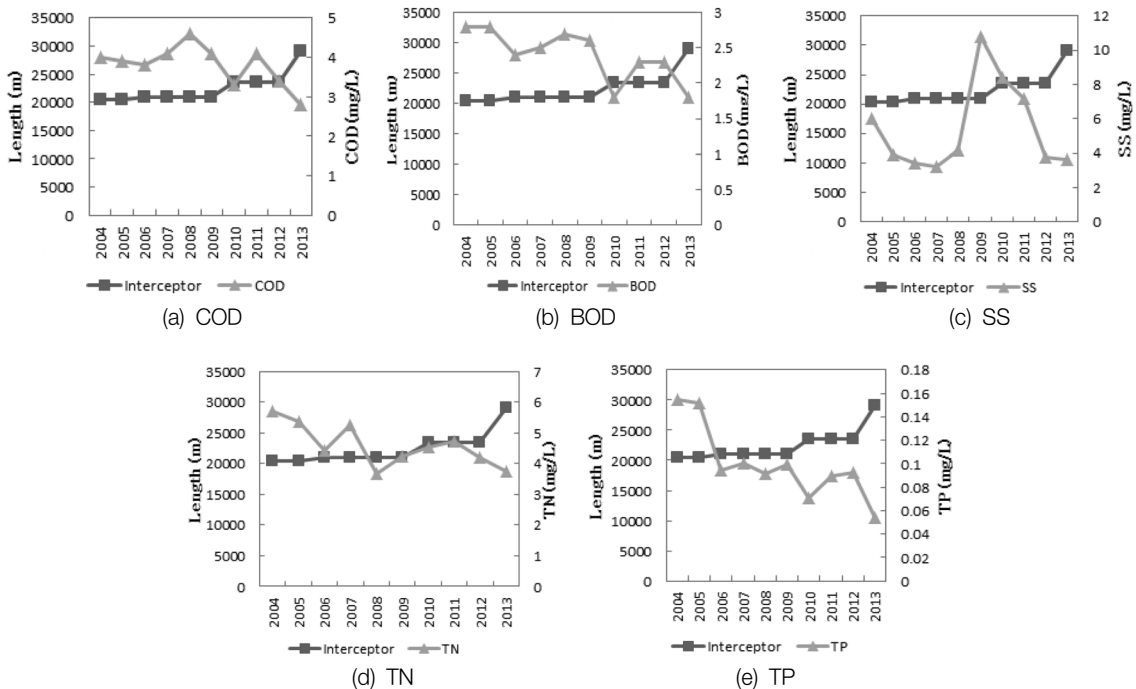


Fig. 7. Annual variation of water quality according to installation of interceptor in Daejeon stream.

동안 년평균 수질자료이다. 본 지점은 차집관로의 증설이 없는 지점이지만 지속적으로 수질은 감소하는 경향이다. 본 지점은 대전천이 합류한 이후 지점으로 대전천의 수질 개선의 영향으로 다소 수질이 나아진 것으로 보여진다. 최고 수질에서 최저 수질의 차이로 하락한 것을 기준으로 보면 COD는 63%, BOD는 47%, TN은 63%, TP는 37%로 감소되는 것으로 나타났다.

### 3.4. 하수처리시설의 방류수와 3대하천의 수질비교

#### 3.4.1. 하수처리시설 방류수 수질의 특성

Table 12는 10년 동안 대전 하수처리시설의 년평균 방류수 수질을 나타내고 있다. Fig. 8은 방류수의 10년 동안 수질 항목별 변화를 나타낸 것이다. 하수처리시설의 방류수 수질기준은 2011년까지는 COD, BOD, SS, TN, TP의 경우 각각 40 mg/L, 10 mg/L, 10 mg/L, 20 mg/L, 2 mg/L이고, 2012년부터는 각각 20 mg/L, 5 mg/L, 10 mg/L, 20 mg/L, 0.3 mg/L로 질소 이외의 대부분의 수질항목이 매우 강화되었다. 본 하수처

리시설은 4단계처리시설로 구성되어 있으며, 시설용량은 1, 2, 3, 4단계 시설이 각각 15, 15, 30, 30만톤/일이다. 방류수의 수질특성을 보면, 2008년 5월부터 제1, 2, 3처리시설은 고도처리시설이 완공되어 질소, 인 제거가 급격히 감소되는 경향을 띠고 있으며, 2012년 12월부터 제4처리시설의 고도처리시설과 전체 총인제거시설이 완공되어 2013년의 경우 TP 농도가 년평균 0.15 mg/L 정도로 감소되는 것을 보여주고 있다. 또한 총인제거시설 후단에 마이크로디스크필터(MDF)에 의해 년평균 SS와 BOD의 경우 각각 2.5 mg/L, 2.6 mg/L로 매우 낮게 방류되고 있다. 반면에 COD와 TN의 경우 2008년 이후부터 2013년까지 크게 줄어들지 않는 특징을 가지고 있다.

#### 3.4.2. 방류수 수질과 3대하천의 수질비교

Fig. 9는 방류수 수질과 3대하천의 수질을 비교하였다. BOD와 SS는 방류수 수질이 갑천5보다 낮은 편이나, COD, TN, TP의 경우는 2013년 기준으로 볼 때 방류수 수질이 갑천5보다 각각 1.4배, 1.3배, 1.1배 높게 나타났다. 방류수의 BOD

Table 12. Annual water quality of effluent from Daejeon WTP for 10 year (unit : mg/L)

Year	COD	BOD	SS	TN	TP
2004	10,2	9,7	7,0	17,493	1,357
2005	10,4	9,6	6,8	18,841	1,381
2006	11,2	10,3	8	17,738	1,178
2007	10,5	8,4	5,6	13,762	1,013
2008	10,1	5,4	3,6	11,036	0,645
2009	9,9	5,1	3,5	11,399	0,801
2010	10,5	6	3,7	11,858	0,605
2011	11,3	5,4	3,8	11,619	0,556
2012	11,2	2,5	3	12,188	0,178
2013	9,5	2,5	2,6	11,413	0,15
Avg.	10,5	6,5	4,8	13,745	0,786

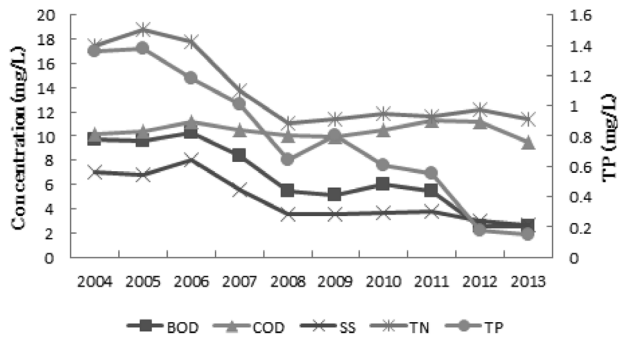


Fig. 8. Annual variation of water quality of effluent from Daejeon WTP for 10 year.

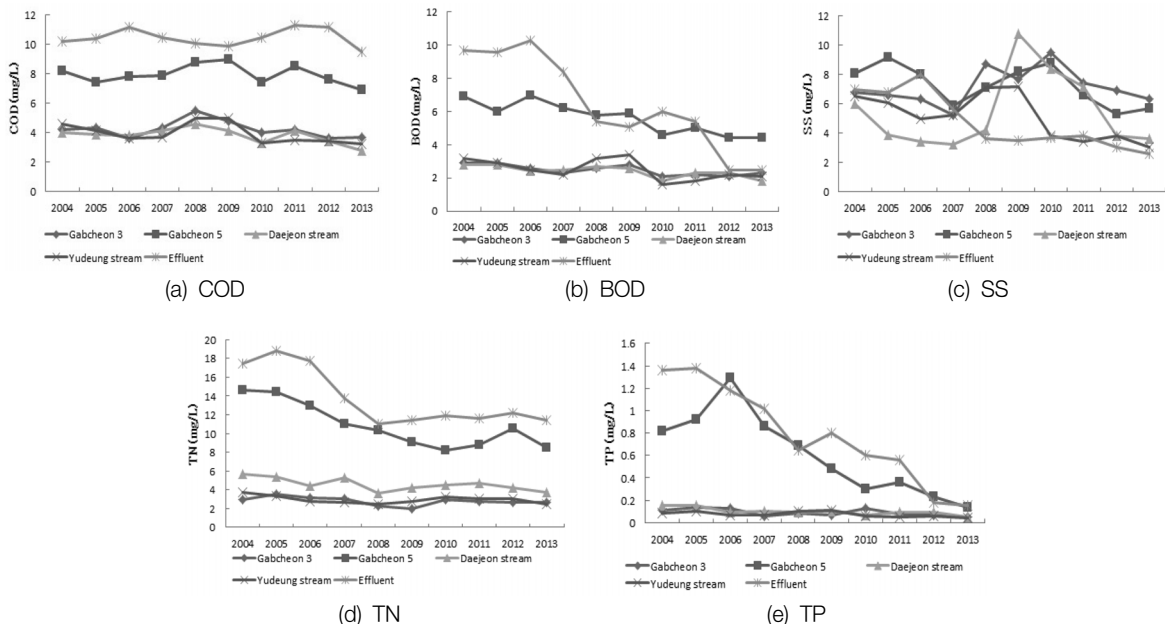


Fig. 9. Comparison with water quality of effluent and Daejeon three streams.

와 SS가 갑천5보다 낮은 이유는 처리시설내의 총인제거시설과 여과시설에 의해 충분히 제거되나, COD는 NBD COD 물질이 어느 정도 포함되어 있는 것으로 측정되며, TN은 처리시설에서 충분히 제거시키지 못한 것으로 판단된다. 2012년 말부터 공공하수처리시설에서 총인제거시설에 의해 충분히 인이 제거되므로 다른 수질항목(TN, COD)과는 다르게 갑천5의 최근 인농도는 방류수와 유사한 수질은 유지하고 있다. 3대하천 지점중 갑천5를 비롯한 대부분의 수질지점은 BOD와 SS 이외의 대부분 수질항목은 방류수의 수질보다 낮게 나타나고 있다.

또한 갑천3, 유등천, 대전천의 수질변화는 큰 차이가 없는 것으로 보여주고 있다. 갑천5는 하수처리시설에서 방류되는 방류수의 수질의 영향으로 다른 지점보다 대부분의 수질항목이 높게 나타나고 있다. 반면에 대전광역시 수질오염총량관리 시행계획에 의하며 금강합류전인 갑천 최종하류부(갑천A)의 목표수질은 10년간 평균 저수량기준으로 2015년까지 BOD 5.9mg/L로 되어 있으며,<sup>11)</sup> 갑천5 지점은 년평균 BOD 4.4mg/L로 여유가 있지만 대전광역시에서는 년도별 할당부하량을 설치하여 삭감이행을 하고 있는 실정이다. 도시하천 하류부에 설치된 하수처리시설의 방류수가 하천 목표수질에 악영향을 주기 쉬우므로 하수처리시설유지관리의 효율성이 적극 요구된다.

도시하천의 수질 지속적으로 보호하기 위해서는 하천의 유지용수 측면에서도 관리가 필요하다. 차집관로의 설치로 대전 3대하천의 상류부는 건천화 현상이 발생하고, 갑천 하류부는 하천유량의 50% 이상이 하수처리장을 통하여 유입됨으로 유량이 급격히 증가하여 하천유량의 불균형 특성을 보이고 있어,<sup>13)</sup> 계곡수 및 지하수가 차집관로의 유입되는 것을 줄이고, 펌핑하여 하천 유지용수에 대한 검토 등을 하여 하천 유지용수가 풍부하도록 노력하는 것이 중요하다.

#### 4. 결론

도시하천인 대전 3대하천의 10년 동안 수질자료를 이용하여 차집관로와 공공하수처리시설의 설치에 따른 수질 특성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 차집관로의 증설로 인하여 도시하천의 수질변화를 검토해 보면 지난 10년 동안 최고 수질에서 최저 수질의 차이가 가장 큰 하천지점은 하수처리시설 하류부인 갑천5(신구교)지점이다. 반면에 최근 수질은 갑천5 지점이 다른 지점보다 수질이 불량한 것은 하수처리시설의 방류수 영향이며, 하수처리시설 상류부에서는 대전천이 유기물질의 오염측면에서는 비교적 양호한 지점이다.

2) 차집관로 증설에 의한 수질 개선의 변화가 가장 큰 갑천5 지점에서 수질항목별 변화가 큰 순서는 TP > TN > BOD > COD순으로 영양염류 감소가 유기물질 감소보다 효과가 큰 것으로 나타났다.

3) 최근 3대하천 수질은 하천수질기준치와 비교하였을 때 대부분 수질항목은 기준치 이내로 적합하였으나 상류지점

인 대전천, 유등천, 갑천3 지점의 총인은 기준치에 못 미치므로 하수처리시설 상류부가 하류부보다 차집관로시설의 유지관리가 더 필요하다.

4) 도시하천의 최종 하류부에 설치된 하수처리시설의 방류수 수질이 하천의 수질오염총량관리 지점의 목표수질에 악영향을 주기 쉬우므로 하수처리시설 유지관리의 효율성이 적극 요구된다.

#### Acknowledgement

본 연구는 대전녹색환경지원센터의 2013년도 연구개발사업 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사를 드립니다.

KSEE

#### References

1. Lim, B. S., Kim, T. E. and Chung, W. M., "Current state and improvement plan of water quality in Daejeon three streams," *J. Region Develop. Daejeon Univ.*, **6**, 73~96(1999).
2. Lee, G. Y., Kwon, D. Y., Kim, Y. A. and Han, C. K., "A Study on an environmental improvement plan of urban streams," *J. Inst. Ind. Technol. Daejeon Univ.*, **10**(1), 49~62(1999).
3. Kwon, C. J., Kim, D. Y. and Lim, B. S., "Characteristics of water quality variation in gap stream lake park," *J. Inst. Environ. Studies Daejeon Univ.*, **15**, 83~99(2011).
4. Moon, Y. H., Evaluation on Importance and Satisfaction of Planning Elements of the Urban Waterfront : Focusing on Three Rivers of Daejeon City, Master Thesis, Paichai University, Daejeon(2014).
5. Ministry of Environment, <http://www.me.go.kr/home/web/main.do>(2014).
6. Yong, J. H., Condition of River and Wetland Design in Daejeon for Improvement Water Quality, Master Thesis, Chungnam National University, Daejeon(2008).
7. Water Information System, <http://water.nier.go.kr/main/mainContent.do>(2014).
8. Kim, S. T., Study on Daejeon Revised Environmental Standard and Establishing an Environmental Improvement Measures, Daejeon Green Environment Center, Daejeon(2013).
9. Daejeon Metropolitan City, The Framework Ordinance on Environment, Article 10(2014).
10. Lim, B. S., Improvement of Interceptor Sewers and Sewer Facility in Daejeon Metropolitan City, Daejeon Green Environment Center, Daejeon, pp. 17~31(2013).
11. Daejeon Metropolitan City, The 2nd Stage Enforcement Plan for Total Water Pollution Load Management System in Daejeon City(2013).
12. Ryu, B. R., A study for Environment Friendly Management Plan of Daejeon 3 River, Daejeon Green Environment Center, Daejeon(2013).
13. Lee, E. H. and Seo, D. I., "Water Quality Characteristics and Management of Major Streams of Taejeon City," In Proceedings of the spring meeting of Korean Society of Environment Engineers, KSEE, Seoul University, Seoul(1997).