

총유기탄소(TOC) 모니터링 및 유역특성 비교 분석

이 재 근

총유기탄소(TOC) 모니터링 및 유역특성 비교 분석

이 재 근

연구진

연구책임

- 이재근 / 도시기반연구실 책임연구위원

- 목 차 -

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 필요성	3
제2절 목적 및 연구방법	5
1.2.1 목적 및 기대효과	5
1.2.2 연구의 방법 및 내용	6
제2장 대전광역시 주요 수질영향지점 모니터링	7
제1절 수질 및 유량 모니터링 계획	9
제2절 수질 모니터링 결과	20
제3절 유량 모니터링 결과	37
제4절 주요 목표지점 모니터링	50
제3장 TOC 활용을 위한 기타 오염물질 및 단위유역 특성 검토	51
제1절 단위유역별 모니터링 결과 검토	53
제2절 환경기초시설별 모니터링 결과 검토	62
제3절 지점별 TOC 특성의 상관관계	66
제4장 결론 및 정책제언	77
제1절 결론	79
제2절 정책제언	81
참고문헌	83

- 표 목 차 -

<표 2-1> 조사지점별 세부현황	11
<표 2-2> 조사지점별 세부현황(계속)	12
<표 2-3> 조사지점별 세부현황(계속)	13
<표 2-4> 조사지점별 세부현황(계속)	14
<표 2-5> 조사지점별 세부현황(계속)	15
<표 2-6> 조사지점별 세부현황(계속)	16
<표 2-7> 대전하수처리장 방류구 위치	17
<표 2-8> 대덕산단환경사업소 방류구 위치	18
<표 2-9> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 1,2방류구	22
<표 2-10> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 3방류구	23
<표 2-11> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 4방류구	24
<표 2-12> 환경기초시설 수질조사표 - 대덕산단환경사업소	25
<표 2-13> 하천수질조사표 - 갑천 (봉곡2교)	26
<표 2-14> 하천수질조사표 - 갑천 (가수원교)	27
<표 2-15> 하천수질조사표 - 갑천 (둔산대교)	28
<표 2-16> 하천수질조사표 - 갑천 (원촌교)	29
<표 2-17> 하천수질조사표 - 갑천 (신구교 - 관평천 합류 후)	30
<표 2-18> 하천수질조사표 - 갑천 (두계보)	31
<표 2-19> 하천수질조사표 - 진잠천 (신흥교)	32
<표 2-20> 하천수질조사표 - 유성천 (어은교)	33
<표 2-21> 하천수질조사표 - 갑천 (탄동천 말단)	34
<표 2-22> 하천수질조사표 - 갑천 (관평천 말단)	35
<표 2-23> 하천수질조사표 - 갑천 (유등천 말단)	36

<표 2-24> 유량조사결과 - 환경기초시설	38
<표 2-25> 유량조사결과 - 갑천 (봉곡2교)	39
<표 2-26> 유량조사결과 - 갑천 (가수원교)	40
<표 2-27> 유량조사결과 - 갑천 (둔산대교)	41
<표 2-28> 유량조사결과 - 갑천 (원촌교)	42
<표 2-29> 유량조사결과 - 갑천 (신구교-관평천 합류 후)	43
<표 2-30> 유량조사결과 - 갑천 (두계보-두계천 말단)	44
<표 2-31> 유량조사결과 - 진잠천 말단 (신흥교)	45
<표 2-32> 유량조사결과 - 유성천 말단 (어은교)	46
<표 2-33> 유량조사결과 - 갑천 (탄동천 말단)	47
<표 2-34> 유량조사결과 - 갑천 (관평천 말단)	48
<표 2-35> 유량조사결과 - 갑천 (유등천 말단)	49

- 그림 목 차 -

<그림 2-1> 대전시 주요 수질영향지점	10
<그림 2-2> 대전광역시 주요 환경기초시설의 위치	20
<그림 2-3> 금강수계 대전, 충남, 충북 단위유역도	50
<그림 3-1> 대전광역시 인근 지류의 TOC 농도 변화(2011~2014년)	54
<그림 3-2> 대전광역시 인근 지류의 BOD 농도 변화(2011~2014년)	55
<그림 3-3> 대전광역시 인근 지류의 T-N 농도 변화(2011~2014년)	56
<그림 3-4> 대전광역시 인근 지류의 T-P 농도 변화(2011~2014년)	57
<그림 3-5> 대전광역시 인근 금강분류의 TOC 농도 변화(2011~2014년)	58
<그림 3-6> 대전광역시 인근 금강분류의 BOD 농도 변화(2011~2014년)	59
<그림 3-7> 대전광역시 인근 금강분류의 T-N 농도 변화(2011~2014년)	60
<그림 3-8> 대전광역시 인근 금강분류의 T-P 농도 변화(2011~2014년)	61
<그림 3-9> 대전광역시 환경기초시설의 TOC 농도 변화(2012~2014년)	62
<그림 3-10> 대전광역시 환경기초시설의 BOD 농도 변화(2012~2014년)	63
<그림 3-11> 대전광역시 환경기초시설의 T-N 농도 변화(2012~2014년)	64
<그림 3-12> 대전광역시 환경기초시설의 T-P 농도 변화(2012~2014년)	65
<그림 3-13> 금강 지류의 TOC 및 BOD의 상관관계	66
<그림 3-14> 금강분류의 TOC 및 BOD의 상관관계	68
<그림 3-15> 갑천 및 대전하수처리장	71
<그림 3-16> 대전하수처리장 1·2단계 TOC와 BOD의 상관관계	72
<그림 3-17> 대전하수처리장 3단계 TOC와 BOD의 상관관계	73
<그림 3-18> 대전하수처리장 4단계 TOC와 BOD의 상관관계	74
<그림 3-19> 대전산단 환경사업소 TOC와 BOD의 상관관계	75

제 1 장

서 론

제1절 연구의 배경 및 필요성

제2절 목적 및 연구방법

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

수질오염총량제는 물의 흐름을 구분할 수 있는 수계를 단위유역으로 나누고, 단위유역별로 목표수질을 설정한 후, 목표수질을 달성할 수 있는 오염물질의 배출 허용량을 자치단체에 할당하여 관리하는 제도이다. 오염물질 배출에 대하여는 지방자치단체에 일정 할당부하량 내에서 책임 및 의무를 명확히 하는 제도로써, 이를 근거로 유역 상·하류 및 지방자치단체간의 마찰을 최소화할 수 있다.¹⁾

도입배경을 보면, “팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책 수립” 추진으로 수질오염총량관리제를 공식적으로 도입하였으며, 이후 “3대강수계 물관리종합대책 수립”이 확정됨으로써 의무적으로 환경용량 한도 안에서 지역개발을 추진하는 수질오염총량제를 추진하게 되었다.

현재 진행되고 있는 수질오염총량제 이전에는 오염원의 농도규제 및 행위제한을 기초로 수질관리 실시하였다. 하지만 이러한 관리는 산업화·도시화 및 축산·양식에 의한 오염의 발생 및 배출에 따른 점·비점의 과다배출을 효과적으로 관리할 수 없었으며, 이로 인해 적정한 수환경기준 달성에 대한 한계점에 도달하게 되었다. 이에 수질오염총량제에서는 수질관리를 농도가 아닌 수계가 감당할 수 있는 오염총량으로 정하여 이에 따른 총량규제를 시행하고 있으며, 이를 위하여 유역의 오염원, 유량 및 수질을 종합적으로 관리하고 있다.

반면, 수질오염총량제를 시행하는데 있어, 할당부하량 및 이를 결정하게 되는 목표수질은 단위유역간의 형평성에 있어서 매우 중요하다고 할 수 있다.²⁾ 이에, 목표수질은 수질오염총량관리제 계획·시행단계에서 오염부하량 할당방법을 개선하기 위해서 다양한 연구가 시도되고 있으며³⁾⁴⁾⁵⁾, 무엇보다도 단위유역 특성을 고

1) 이재근, 수질오염총량제 오염대상물질 적용을 위한 기초연구, 대전발전연구원, 2013

2) 김영일, 이상진, 수질오염총량관리제 시행의 문제점과 개선방안, 대한환경공학회지 특집, 제33권 제6호, 2011

3) 김시현, 임재명, 수질오염총량관리계획의 시행단계에서 오염부하량 할당방안 개선에 관한 연구, 대한위

려한 적정한 목표수질을 제시하는 것이 가장 중요하다고 하겠다.

이러한 수질오염총량제는 대전시를 비롯한 금강, 낙동강 및 영산강·수계에서 2005~2010년의 1단계, 2011~2015년의 2단계를 거쳐 3단계 기본계획을 수립 중에 있다. 진행에 있어서 가장 중요한 항목인 관리대상물질로는 현재까지 우리나라의 대표 평가항목인 BOD₅ 및 T-P가 적용되고 있다. 이러한 탄소 및 영양물질을 관리대상물질로 적용한 이유는 많은 모니터링 자료가 있으며, 생태계에 중요한 용존산소농도(DO) 및 녹조에 영향을 주는 항목이기 때문이다. 하지만, BOD 측정에는 긴 시간이 필요하며, 유기물질을 정확히 표현할 수 없는 단점이 있어 새로운 평가항목이 요구되고 있으며 TOC, COD_{Mn}, NH₄-N 및 Chl-a, 세균 등이 그 대상으로 검토가 되었다. 이에 2012년 “4대강수계 총량관리 계획기간 및 대상물질 선정(안)”에서 수질오염총량관리대상물질 확대 및 총량관리 계획기간 변경 검토에 대한 회의가 진행되기도 하였다.⁶⁾ 이에, 4단계(2021년~)부터 현재의 BOD를 대체하여 TOC를 관리대상물질로 적용하거나, TOC를 BOD를 보충하는 대상물질로 적용하는 방안을 검토 중에 있다.

이러한 상황에서, 각 단위유역에서의 TOC 목표수질 설정을 하기 위해서는 강, 하천, 지류, 환경기초시설 배출, 공장 배출, 비점오염 배출, 오염원별 배출 등에 대한 모니터링이 필요한 상황이다. 이를 위해 환경부에서는 오염원 및 주요 강 및 하천에 대한 TOC 모니터링을 진행하고 있지만, 지자체의 특성이 나타나게 되는 처리장 및 지류별 TOC 모니터링은 진행되고 있지 않다. 이에, 대전광역시의 TOC 적정 목표수질을 산정하기 위한 다양한 모니터링을 수행할 필요가 있었다.

생학회지, 제20권 제3호, 2005

4) Cho, Y.S., Development of a Total Maximum Load Allocation Method Using a Modified Stream Model and GIS Application, University of Seoul, 2004

5) Kim, B.S., A Study on Waste Load Allocation for Total Water Pollution Load management System, Cheongju University, 2005

6) 국립환경과학원, 4대강수계 총량관리 계획기간 및 대상물질 선정(안), 2012.11.28.

※ 환경부장관은 조사·연구반의 연구·검토와 수계관리위원회와의 협의를 거쳐 관리대상물질을 결정 (기본방침 제33조)

제2절 목적 및 연구방법

1.2.1 목적 및 기대효과

수질오염총량제 3단계(2021년~)에는 현재 적용하고 있는 BOD, T-P 이외에 새로운 관리대상물질로 TOC를 추가하는 것을 검토하고 있다. TOC는 타 오염물질에 비하여 분석이 매우 신속하고, 독성물질의 영향을 받지 않으며, 난분해성물질을 표현할 수 있는 장점이 있다. 반면에, 현재까지 환경기초시설 및 지류하천에서 모니터링 된 데이터가 타 오염물질에 비하여 매우 적다는 문제점이 있다. 이러한 데이터의 부족은 수질오염총량제에서 관리대상물질을 BOD를 TOC로 변환하기에 그 기준을 갖추기가 어렵다는 말이기도 하다.

이에 본 연구에서는 대전시 주요 환경기초시설의 배출수 및 지류하천, 단위유역 목표지점에서의 TOC, BOD₅, N, P 등의 모니터링을 통해 수질오염총량제 4단계에 적용하게 될 적정 목표수질의 근거자료를 아래와 같이 제시하고자 한다.

- 대전광역시의 목표지점인 갑천A 지점에 영향을 줄 수 있는 환경기초시설 및 주요 지류하천에 대한 BOD₅, COD_{Mn}, TOC, N, P 등의 유량 및 수질 모니터링
- 모니터링 된 데이터에서 TOC와 기타 항목의 상관관계 검토
- 갑천A 지점 및 기타 목표지점과의 상관관계 확대 검토

1.2.2 연구의 방법 및 내용

위에 나타난 본 연구의 목적을 수행하기 위해서는 대전광역시 환경기초시설 및 주요 하천에서의 유량 및 수질의 모니터링이 필요하다. 또한 환경부의 물환경정보 시스템에서의 수질자료와 더불어 모니터링된 자료의 비교·검토를 추진하여야 한다.

가) 환경기초시설에서의 오염물질별 배출 특성

- 일반 하수처리시설에서의 유기물질(BOD) 및 난분해성 물질(TOC)의 농도 및 배출비율의 검토
- 환경기초시설을 대상으로 한 유기물질 및 난분해성 물질과의 상관관계 분석으로 인한, 향후 TOC의 목표수질 설정을 위한 변환율의 적용가능성 검토

나) 하천에서의 오염물질별 배출 특성

- 지류, 갑천분류, 하수처리시설 합류 후의 갑천분류 등 하천의 위치별 유기물질 및 난분해성 물질의 농도 및 배출비율의 검토

다) 목표지점에서의 오염물질별 배출 특성

- 일반하천 및 환경기초시설 방류수 등이 혼합된 목표지점(지류, 분류)에서의 유기물질 및 난분해성 물질의 농도 및 배출비율의 검토
- 목표지점을 대상으로 한 유기물질 및 난분해성 물질과의 상관관계 분석으로 인한, 향후 TOC의 목표수질 설정을 위한 변환율의 적용가능성 검토

라) 환경기초시설 방류구, 대전광역시 지류 지점 및 대전광역시 인근 목표지점에서의 유기물질 대비 TOC/BOD 검토 및 특성 제시

제 2 장

대전광역시 주요 수질영향지점 모니터링

제1절 수질 및 유량 모니터링 계획

제2절 수질 모니터링 결과

제3절 유량 모니터링 결과

제4절 주요 목표지점 모니터링

제2장 대전광역시 주요 수질영향지점 모니터링

제1절 수질 및 유량 모니터링 계획

2.1.1 모니터링의 목적

- 『금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률』(이하 “금강수계법”이라 한다)에 따라 금강의 수질개선을 위한 오염물질 총량관리의 성공적인 추진을 위하여 실천적인 계획수립이 필요
- 특히, 제3단계 기본계획기간 내 오염총량관리대상 오염물질(BOD, T-P)에 대하여 금강수계 단위유역별 목표수질을 달성하기 위한 오염부하량의 할당을 위한 연구를 진행하여야 한다.
- 수질오염총량제 기본계획에서 중요시되는 내용은 단위유역별로 할당부하량을 정하는 것으로, 이를 위해서는 하천 및 주요 점배출원(하폐수처리장)의 유량 및 수질모니터링 결과에 의한 수질모델링이 선행되어야 한다.
- 이에 하천수 및 환경기초시설 배출수를 수질분석하여, 대전광역시 「수질오염총량관리 제3단계 기본계획」 및 하천별 수질관리계획을 수립하는 데이터를 제시하고자 한다.

2.1.2 모니터링의 범위

- 모니터링 기간 : 2013년 10월 ~ 2014년 7월
- 공간적 범위 : 대전광역시 하천 11개 지점 및 환경기초시설 5개 지점
- 내용적 항목 : 수질 샘플링 및 분석, 유량의 산정

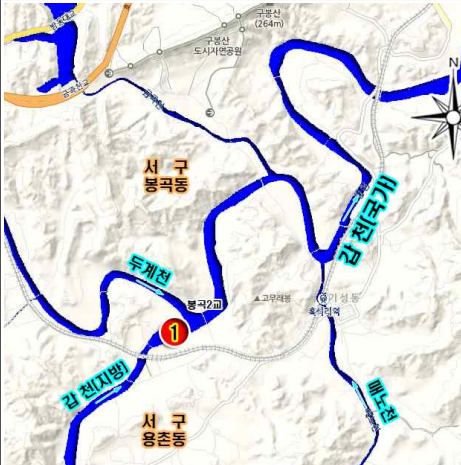


<그림 2-1> 대전시 주요 수질영향지점

2.1.3 모니터링 지점 (하천)

대전시 하천 모니터링 지점은 다음의 표에서와 같이 11개소에서 수질과 유량의 모니터링을 실시하였다.

<표 2-1> 조사지점별 세부현황

단위 유역명	갑천A	갑천A
소유역명	갑천A03	갑천A13
조사지점	봉곡2교(갑천 상류, 두계천 합류전) 대전광역시 서구 용촌동	가수원교(갑천, 진잠천 합류전) 대전광역시 서구 가수원동
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	○ 두계천 합류 전 갑천(지방)지점으로 합류점으로부터 약 50 m 하류에 봉곡2교 위치함	○ 진잠천 합류전인 약 4.8 km 상류에 위치한 교각(가수원교)

<표 2-2> 조사지점별 세부현황 (계속)

단위 유역명	갑천A	갑천A
소유역명	갑천A23	갑천A33
조사지점	둔산대교(갑천 증류, 유등천 합류전) 대전광역시 유성구 도룡동	원촌교(갑천, 대전하수처리장 합류전) 대전광역시 대덕구 대화동
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	○ 유등천(국가) 합류전인 갑천 증류에 위치	○ 대전하수처리장 합류전인 약 800 m에 위치





<표 2-3> 조사지점별 세부현황 (계속)

단위 유역명	갑천A	갑천A
소유역명	갑천A37	갑천A07
조사지점	신구교(갑천 하류) 대전시 유성구 관평동	두계보(두계천 하류, 갑천 합류전) 대전광역시 서구 용촌동
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	○ 신구교는 갑천 하류로써 금강 합류전 약 2.5 km 상류에 위치	○ 두계천 말단으로 갑천(국가, 지방경계) 합류점으로부터 약 300 m 상류에 위치

<표 2-4> 조사지점별 세부현황 (계속)

단위 유역명	갑천A	갑천A
소유역명	갑천A16	갑천A19
조사지점	신흥교(진잠천 하류, 갑천 합류전) 대전광역시 서구 원신흥동	어은교(유성천 하류, 갑천 합류전) 대전광역시 유성구 어은동
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신흥교는 진잠천 말단으로 갑천 합류전 약 600 m 상류에 위치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 어은교는 유성천 말단으로 갑천 합류전 약 300 m 상류에 위치 ○ 하천공사 및 유량측정관계로 어은교 150 m 하류지점에서 측정

<표 2-5> 조사지점별 세부현황 (계속)

단위 유역명	갑천A	갑천A
소유역명	갑천A22	갑천A35
조사지점	탄동천 말단(탄동천, 갑천 합류전) 대전광역시 유성구 구성동	관평천 말단(관평천, 갑천 합류전) 대전광역시 유성구 용산동
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	○ 매봉교는 탄동천 말단으로 갑천 합류전 약 40 m 상류에 위치	○ 관평천 말단으로 갑천(국가)합류점 전이며 하류쪽 약 3.6 km급강(국가)이 위치

<표 2-6> 조사지점별 세부현황 (계속)

단위 유역명	갑천A	이 하 역 백
소유역명	갑천A32	
조사지점	유등천 말단(유등천, 갑천 합류점) 대전광역시 서구 만년동	
현장 사진		
조사지점 약도		
조사지점 현황	○ 유등천 말단으로써 유등천과 대전천 합류점으로부터 약 2.5 km 하류에 위치	

2.1.3 모니터링 지점 (환경기초시설)

대전시 환경기초시설 지점은 다음에서와 같이 4개소에서 수질과 유량의 모니터링을 실시하였다.

1) 대전하수처리장 3개소

대전하수처리장은 대전시 중심을 관통하는 갑천의 하류에 입지하고 있다. 설계용량은 900,000 m³/일로 대전시 대부분의 발생하수가 유입되고 있으며, 건기시에는 갑천 최종 유량의 65% 이상을 차지할 정도로 많은 배출수를 방류하고 있다.

현재 질소제거를 위한 고도처리 및 인제거를 위한 3차처리 시설이 가동 중에 있으며, 이에 2000년대 초반에 비하여 BOD, T-N 및 T-P의 배출수질이 상당히 개선되었다. 대전하수처리장 방류구 위치 및 단계에 대한 설명은 다음의 <표 2-7>와 같다.

<표 2-7> 대전하수처리장 방류구 위치

조사지점 해당구역		조사지점 행정구역					조사 일시
단위 구역명	소유역명	시도	시군구	읍면	동리	구조물명 (비고)	
갑천A	갑천A34	대전	유성구		원촌동	대전하수처리장 방류구 (1,2단계)	2013년 5~12월
갑천A	갑천A34	대전	유성구		원촌동	대전하수처리장 방류구 (3단계)	
갑천A	갑천A34	대전	유성구		원촌동	대전하수처리장 방류구 (4단계)	

2) 대덕산단환경사업소

대덕산단환경사업소는 대전시 중심을 관통하는 갑천의 최하류에 입지하고 있다. 설계용량은 <표 2-8>와 같이 60,000 m³/일로 대전시 대덕구 3.4산업단지의 산업폐수를 중심으로 대덕구 신탄진동 일원의 가정오수가 추가적으로 유입되고 있다.

우리나라의 대표적인 표준환성슬러지공법에 및 총인제거를 위한 3차처리가 추가되어 영양염류 및 BOD 제거를 위한 시스템을 갖추고 있다.

<표 2-8> 대덕산단환경사업소 방류구 위치

조사지점 해당유역		조사지점 행정구역					조사 일시
단위 유역명	소유역명	시도	시군구	읍면	동리	구조물명 (비고)	
갑천A	갑천A37	대전	대덕구		목상동	대덕산단환경사업소	2013년 5~12월

2.1.4 모니터링 방법

1) 수질 모니터링

- ① 실험분석 주기 : 8일마다 1회씩 실험분석을 실시하며 저수기, 평수기, 풍수기 및 갈수기를 모두 포함한 12개월 동안 총 35회 분석하였다.
- ② 수질조사 지점은 원칙적으로 유속측정 지점과 동일지점에서 실험실분석 항목에 필요한 시료를 채수함을 원칙으로 하되 측정대상 지점에서 하천의 분류와 하천지류가 합류하는 경우에는 합류이후 충분히 혼합된 지점에서 채수하였다.
- ③ 하천수 시료는 유속측정 지점 또는 목적 시료의 성질을 대표할 수 있는 위치에서 시료를 채우기 전에 시료로 용기를 3회 이상 세척 후 채수하였다.
- ④ 하천의 단면에서 수심이 가장 깊은 수면의 지점과 그 지점을 중심으로 하여 좌우로 수면 폭을 2등분한 각각의 지점의 수면으로부터 수심 2 m 미만일 때에는 수심의 1/3에서, 수심이 2 m 이상일 때에는 수심의 1/3 및 2/3에서 각각 동일비율로 채수하였다.
- ⑤ 시료의 채취, 운반, 보존, 분석은 수질오염공정시험기준(환경부, 2012)을 따랐으며, 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2012)에서 제시하는 수질조

사방법을 더불어 고려하였다. 동 시험방법에 규정되어 있지 않은 사항에 대하여는 기타 공인된 시험방법에 따라 진행되었다.

- ⑥ 수질조사항목은 수온, DO, pH, BOD, T-N, NH₃-N, NO₃-N, NO₂-N T-P, PO₄-P, SS, COD_{Mn}, TOC, NO₂-N, Chl-a 등의 수질측정을 분석하였다.

2) 유량 모니터링

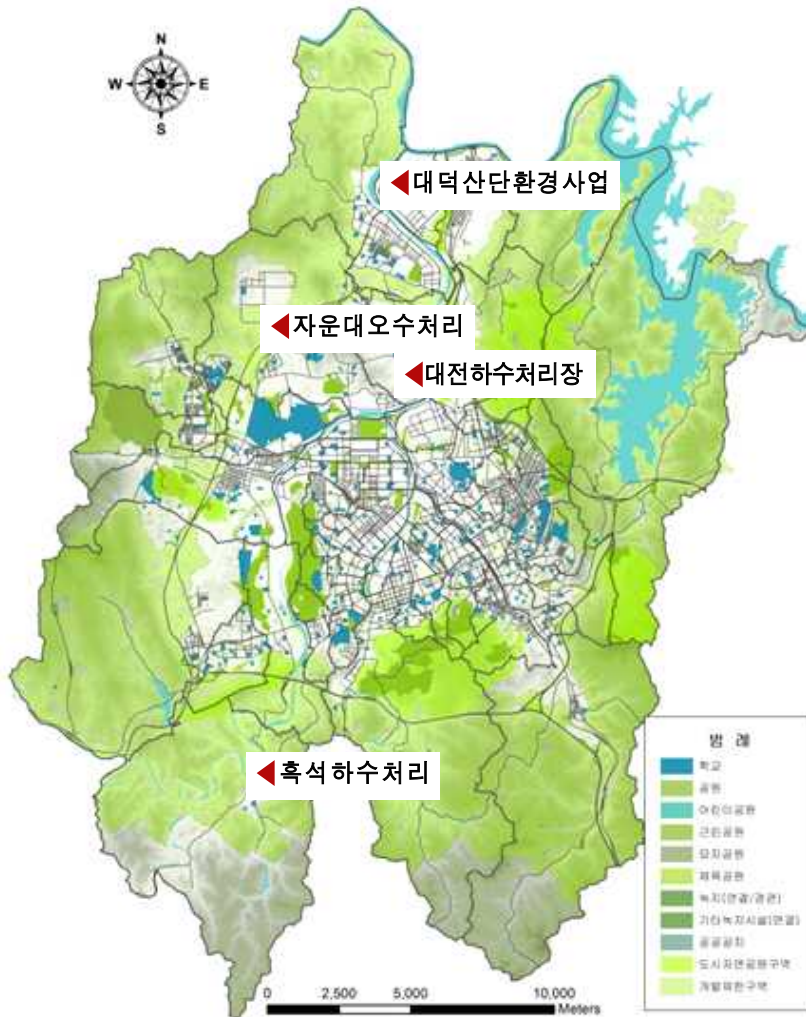
- ① 유량측정 주기 : 8일마다 1회씩 유량측정 및 샘플링 실시하며 저수기, 평수기, 풍수기 및 갈수기를 모두 포함한 12개월 동안 총 30여회를 실시하였다.
- ② 유속측정의 세부지점은 교각 등 위치가 분명한 지점을 우선적으로 선정하였으며, 오염물질의 거동 분석, 유량·수질의 상관성 분석, 수질모델링의 입력자료 등을 구축하기 위하여 수질분석지점과 유속측정지점은 원칙적으로 동일한 지점에서 동일시간대에 측정하는 것을 원칙으로 한다.
- ③ 지류하천의 경우 하천의 유속측정은 원칙적으로 각 하천의 끝단 및 자치단체의 경계 지점의 100 m 범위에서 하천 유황(流況)이 일정하고 하상의 상태가 고른 지점을 선정한 후 물이 흐르는 방향과 직각이 되도록 하천의 양끝을 줄자로 고정하고 유폭이 5 m 이상인 경우는 1 m 등간격으로 나누어 각 간격의 중앙지점을 측정점으로 정하고, 유폭이 5 m 미만인 경우는 유속특성 및 하천여건을 고려하여 보다 더 작은 간격으로 나누어 중앙지점을 측정점으로 선정하였다.
- ④ 또한, 나누어진 각 소구간마다 수심이 0.4 m 미만일 때는 수면으로부터 전 수심의 60% 지점의 유속을 측정하고, 소구간의 수심이 0.4 m 이상일 때는 수면으로부터 전 수심의 20%인 점과 80%인 점에서 각각 최소 1분 동안 평균유속 값을 측정하여 두 지점의 유속을 평균하여 산정하였다.
- ⑤ 유속은 연속측정이 가능한 Impeller Type Flow meter를 이용하여 측정하였다.
- ⑥ 측정된 소구간별 유속의 결과로부터 Velocity-Area Method로 아래와 같이 유량을 산정하였다.

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

Q : 하천유량(m³/sec)

제2절 수질 모니터링 결과

대전광역시 수질오염총량제에서 할당한 주요 할당시설 및 주요 하천지점에 대하여 다음과 같이 수질 모니터링을 하였다.⁷⁾



<그림 2-2> 대전광역시 주요 환경기초시설의 위치

7) 대전발전연구원, 대전광역시 하천 및 환경기초시설 수질분석 위탁용역사업, 2014

대전광역시에 입지한 환경기초시설 및 지류하천의 2014년 모니터링 수질을 다음의 <표 2-10>~<표 2-23>에 나타내었다.

1) 환경기초시설

BOD는 대전하수처리장에서 0.3~4.3 mg/L로 방류기준인 5.0 mg/L를 언제나 준수하였으며, 평균(산술)농도 또한 1.9 mg/L로 양호한 편으로 관리·운영이 되었다는 것을 알 수 있었다. 반면 대덕산단환경사업소에서는 2.9~4.5 mg/L(평균 4.0 mg/L)로 방류기준을 만족하였지만, 한 번이라도 방류기준을 초과하면 안 되는 수질오염총량제 특성상 관리·운영에 많은 관심이 필요할 것으로 판단된다.

TOC는 대전하수처리장에서 5.2~11.6 mg/L(평균 7.2 mg/L)로 나타났지만 방류기준이 없어 적정 수치로 방류되고 있는지에 대한 판단은 할 수는 없었다. 대덕산단환경사업소에서는 11.6~28.3 mg/L(평균 18.7 mg/L)로 대전하수처리장에 비하여 높은 수치를 나타냈다. 이는 동일한 유기물질을 표현하는 항목이지만 TOC가 유기탄소를 모두 표현하는데 반해 BOD는 생물처리에 의한 산소소비량을 표현함에 따라, 표현되는 수치의 정도는 물의 종류에 따라 달라질 수 있다. 특히, 공장폐수와 같이 생물학적 처리를 저해하는 원수의 경우에는 BOD 수치가 낮아져 그 외의 COD 및 TOC의 수치가 상대적으로 커 보일 수 있다.

2) 하천지류

갑천, 유등천, 두계천 등의 대전광역시 주요 지점의 하천수질 모니터링 결과를 보면 대부분의 지점의 모든 항목에서 양호한 수질을 보이고 있다는 것이다. 이는 과거 10여년 동안 하수관거정비사업 및 생태하천조성사업 등으로 수질오염 원인 물질의 하천유입 억제가 많이 이루어졌기 때문이다. 특히, 대전하수처리장 처리수질의 개선으로 갑천 말단의 수질도 과거에 비하여 많이 개선이 된 것을 알 수 있었다. 다만, 탄동천의 경우 보에 의하여 많이 정체가 된 동시에 신상동 지역에서 부족한 하수관거 용량으로 인하여 일부 하수가 월류되어 탄동천에 영향을 주는 것으로 모니터링이 되고 있다. 이에 하수관거 확장 등의 정비에 의하여 지류 및 갑천본류의 영향을 감소시킬 계획이 필요하다.

<표 2-9> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 1,2방류구

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	22.5	6.8	4.9	0.6	1.2	5.2	0.00	10.511	0.000	0.104	2.725	0.066	0.022	2.92
10.29.	20.8	6.7	4.4	7.8	1.2	7.8	0.00	16.844	0.000	0.137	11.008	0.091	0.034	3.06
11.06.	20.0	6.8	8.0	0.4	1.9	8.8	5.93	8.035	3.246	0.159	0.033	0.107	0.028	2.53
11.14.	11.7	7.0	9.8	0.7	1.6	8.4	6.85	10.325	0.021	0.686	7.360	0.071	0.036	2.03
11.22.	10.1	7.2	7.1	1.8	1.5	8.0	2.02	12.615	4.032	0.573	3.752	0.129	0.071	1.29
12.02.	12.6	7.0	7.2	1.0	1.7	8.4	1.91	17.391	6.565	0.096	9.251	0.183	0.075	1.07
12.10.	12.3	7.3	7.6	0.8	1.2	6.6	2.10	7.163	2.415	0.095	4.589	0.109	0.075	0.80
12.18.	12.1	7.4	7.7	1.7	1.7	8.0	1.38	12.632	1.848	0.258	9.865	0.129	0.043	0.51
12.26.	11.5	7.3	7.3	1.3	1.7	8.3	7.13	11.430	1.961	0.262	9.144	0.141	0.089	0.62
2014.01.06.	10.9	7.5	7.9	1.2	1.5	4.5	6.39	13.472	0.097	0.248	10.778	0.089	0.002	0.12
01.14.	11.0	7.2	7.5	0.5	1.2	2.9	6.07	5.041	1.811	0.127	2.410	0.071	0.034	0.35
01.22.	9.6	7.3	8.4	0.6	1.5	6.3	6.64	7.988	3.175	0.113	0.032	0.101	0.025	1.64
02.03.	11.3	7.2	9.8	1.6	2.1	7.6	6.86	2.107	1.014	0.103	1.352	0.065	0.042	1.05
02.11.	8.9	7.0	8.4	0.9	1.9	8.4	9.97	13.492	3.487	0.094	8.467	0.182	0.062	0.64
02.19.	11.6	7.3	7.6	1.2	1.7	8.0	6.28	6.017	0.043	0.131	3.211	0.069	0.041	0.32
02.27.	16.2	7.3	7.1	0.8	1.5	8.3	7.07	12.399	0.104	0.083	8.425	0.057	0.024	1.09
03.07.	13.5	7.4	7.4	1.5	1.9	5.8	6.11	7.054	2.145	0.132	4.532	0.114	0.017	1.03
03.17.	16.2	6.8	7.2	1.2	1.2	7.8	5.89	11.143	1.003	0.108	7.703	0.068	0.038	0.77
03.25.	16.5	6.9	7.0	1.0	2.0	8.1	5.99	13.149	1.432	0.188	9.323	0.065	0.063	1.06
04.02.	17.2	7.1	7.3	0.8	2.6	9.8	6.16	11.153	1.054	0.145	7.536	0.103	0.058	2.89
04.10.	17.4	7.0	6.9	1.2	2.0	9.2	5.49	11.530	0.984	0.157	8.548	0.084	0.064	0.14
04.18.	18.8	6.7	6.4	1.7	2.5	8.2	5.73	10.845	0.845	0.132	7.432	0.099	0.072	0.32
05.07.	22.6	6.8	6.1	2.3	3.5	9.4	6.64	11.221	0.231	0.231	7.543	0.106	0.036	1.08
05.15.	24.2	7.2	5.9	2.0	3.8	10.0	6.37	8.529	0.165	0.116	5.513	0.129	0.042	1.43
05.23.	24.5	7.1	6.4	2.2	4.1	11.4	6.36	9.565	0.016	0.020	5.815	0.088	0.002	5.74
06.02.	24.0	6.9	7.1	1.3	2.7	8.6	6.87	8.877	0.132	0.224	6.135	0.110	0.032	6.68
06.10.	25.2	6.9	5.4	1.9	1.0	8.0	6.02	7.674	0.018	0.076	5.283	0.118	0.052	8.02
06.18.	26.3	6.6	4.9	1.1	1.4	7.4	7.38	7.497	0.000	0.214	5.048	0.108	0.097	1.41
07.04.	26.0	6.8	4.4	0.3	2.9	7.6	5.21	5.871	0.098	0.019	3.109	0.085	0.030	0.77
07.14.	28.2	6.5	5.1	0.7	2.1	7.2	5.17	8.607	0.012	0.017	5.043	0.078	0.023	0.95
07.22.	28.4	6.6	5.0	0.5	0.9	7.0	6.28	8.190	0.005	0.014	4.826	0.174	0.025	1.69
07.30.	27.2	6.7	5.3	0.8	1.0	6.4	6.13	8.486	0.059	0.014	5.083	0.109	0.010	0.51
08.08.	24.0	6.6	4.4	0.3	0.4	6.4	6.45	7.083	0.039	0.024	4.135	0.088	0.046	2.97

<표 2-10> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 3방류구

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	23.0	6.9	5.8	1.6	2.4	7.4	0.00	15.641	0.000	0.035	2.843	0.095	0.087	2.54
10.29.	20.8	6.5	6.1	0.6	2.2	7.0	0.00	10.773	0.000	0.008	10.333	0.210	0.158	2.71
11.06.	19.0	6.6	8.4	0.4	0.9	7.2	6.24	10.249	0.104	0.011	5.381	0.136	0.093	2.08
11.14.	13.4	7.0	9.7	0.6	1.2	8.0	6.73	13.180	0.092	0.099	11.952	0.096	0.061	2.55
11.22.	11.6	7.0	7.2	0.7	2.0	7.4	1.25	9.673	0.127	0.068	4.165	0.105	0.097	1.01
12.02.	12.4	6.9	7.5	0.8	2.3	8.2	1.92	11.662	0.325	0.062	8.425	0.096	0.012	0.66
12.10.	11.9	7.1	7.7	1.1	1.8	6.8	6.84	4.125	0.210	0.052	3.812	0.091	0.012	0.52
12.18.	12.3	7.2	7.9	1.4	2.1	8.4	1.16	8.417	0.035	0.158	6.582	0.096	0.019	0.39
12.26.	11.2	7.1	7.9	1.5	2.0	8.1	7.08	7.574	1.854	0.133	5.492	0.103	0.043	0.48
2014.01.06.	11.0	7.3	8.2	0.8	2.0	5.2	6.64	11.621	0.074	0.213	9.297	0.247	0.012	0.32
01.14.	10.8	7.4	7.9	0.3	1.5	3.0	7.24	7.543	0.065	0.003	5.253	0.093	0.015	0.21
01.22.	9.8	7.2	7.9	0.5	1.9	6.8	7.09	10.547	0.084	0.126	5.439	0.131	0.104	1.99
02.03.	12.2	7.0	7.6	1.3	1.8	7.4	0.94	5.469	0.062	0.004	3.732	0.098	0.017	2.78
02.11.	9.6	7.3	7.3	0.7	2.3	8.8	11.18	10.654	0.214	0.083	7.459	0.085	0.010	0.57
02.19.	11.3	7.4	7.2	1.0	1.0	7.8	7.39	8.432	0.015	0.004	4.213	0.083	0.014	0.95
02.27.	15.5	7.1	6.8	0.5	1.7	8.1	8.38	11.754	0.008	0.032	7.329	0.084	0.049	0.44
03.07.	13.4	7.2	6.5	0.9	1.5	5.3	8.44	10.322	0.094	0.010	7.152	0.106	0.082	1.55
03.17.	16.5	6.8	6.3	0.7	1.9	6.8	6.41	16.641	0.005	0.038	11.548	0.103	0.093	1.46
03.25.	16.4	6.9	6.7	0.4	2.7	11.0	7.63	14.832	0.008	0.524	10.826	0.113	0.026	3.27
04.02.	16.8	7.1	6.6	1.2	2.3	10.7	7.43	12.423	0.009	0.239	8.421	0.136	0.023	3.02
04.10.	17.1	7.1	6.1	1.6	2.5	12.2	9.21	10.573	0.004	0.258	7.213	0.095	0.021	0.27
04.18.	18.6	6.8	5.6	2.2	2.8	9.0	8.27	11.274	0.006	0.385	7.623	0.117	0.018	0.57
05.07.	22.8	6.8	5.4	2.7	3.8	10.0	7.31	9.900	0.012	0.255	6.843	0.137	0.045	1.16
05.15.	24.7	7.0	6.6	2.3	3.9	10.2	7.84	10.162	0.016	0.128	7.035	0.173	0.043	2.52
05.23.	23.6	6.9	5.9	2.5	4.3	11.9	7.49	9.326	0.014	0.084	5.531	0.095	0.032	6.04
06.02.	23.5	6.5	6.3	1.5	3.0	9.1	7.05	9.959	0.025	0.236	6.854	0.204	0.031	6.94
06.10.	24.4	6.7	5.0	1.7	1.6	8.4	5.99	6.694	0.043	0.035	4.138	0.119	0.114	7.85
06.18.	25.5	6.6	5.4	0.7	0.9	7.2	7.07	8.899	0.003	0.049	6.113	0.088	0.098	0.93
07.04.	25.0	6.6	5.1	1.0	2.3	7.8	6.02	7.615	0.062	0.015	4.469	0.096	0.000	0.58
07.14.	27.0	6.6	5.2	1.2	2.9	9.2	6.91	8.682	0.009	0.273	5.105	0.163	0.081	0.76
07.22.	28.0	6.7	5.1	0.7	0.5	8.5	7.97	9.107	0.032	0.288	5.463	0.113	0.093	1.24
07.30.	26.5	6.8	5.1	0.5	0.6	7.8	7.93	6.847	0.123	0.111	4.105	0.112	0.023	0.68
08.08.	24.2	6.7	4.8	0.2	0.6	6.2	6.59	7.420	0.059	0.101	4.353	0.037	0.008	3.56

<표 2-11> 환경기초시설 수질조사표 - 대전하수처리장 4방류구

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	23.0	6.7	6.0	1.0	1.8	6.6	0.00	12.186	0.038	0.017	2.516	0.159	0.020	2.40
10.29.	20.7	6.5	6.3	0.4	1.9	7.2	0.00	12.448	0.045	0.011	12.032	0.212	0.121	2.52
11.06.	19.6	6.6	8.8	0.8	1.0	7.8	5.50	11.239	0.005	0.006	7.444	0.131	0.017	2.04
11.14.	14.0	7.0	9.9	0.3	1.0	7.2	5.82	14.541	0.081	0.010	12.063	0.127	0.015	2.41
11.22.	11.8	7.1	7.1	0.5	2.1	7.0	6.58	9.202	0.031	0.007	4.962	0.091	0.016	0.78
12.02.	12.7	6.9	7.0	0.3	1.9	6.8	7.39	14.489	0.471	0.017	12.063	0.093	0.075	0.68
12.10.	12.4	6.9	7.8	0.5	2.3	7.6	5.86	4.805	0.312	0.024	4.369	0.100	0.075	0.46
12.18.	12.3	7.2	7.8	0.8	2.5	7.7	6.20	19.357	0.005	0.099	14.963	0.114	0.014	0.21
12.26.	11.4	7.0	7.7	1.1	2.4	8.0	6.38	16.417	0.008	0.124	13.134	0.134	0.027	0.30
2014.01.06.	11.2	7.3	8.1	0.5	1.7	5.4	6.28	12.314	0.072	0.275	9.851	0.223	0.009	0.24
01.14.	11.1	7.1	7.7	0.7	1.3	4.1	7.08	8.106	0.006	0.007	5.543	0.094	0.063	0.18
01.22.	9.6	7.2	7.2	0.3	1.0	6.0	7.64	11.457	0.006	0.132	7.328	0.130	0.014	1.05
02.03.	13.1	7.0	7.8	1.2	1.2	7.0	7.29	6.273	0.003	0.009	4.211	0.096	0.073	1.37
02.11.	9.1	7.2	7.7	0.4	2.8	7.9	9.87	13.497	0.329	0.034	8.432	0.094	0.070	0.51
02.19.	11.7	7.1	7.0	0.5	1.2	7.3	8.26	7.598	0.065	0.008	4.319	0.094	0.081	0.42
02.27.	16.3	7.3	7.0	0.3	2.0	6.9	7.93	12.436	0.011	0.015	8.125	0.136	0.032	0.47
03.07.	13.5	7.0	5.5	0.7	1.0	5.4	7.69	8.236	0.002	0.004	5.562	0.113	0.012	3.41
03.17.	15.5	6.6	6.5	0.3	1.6	7.1	7.49	13.329	0.032	0.019	9.231	0.169	0.018	1.92
03.25.	16.0	6.6	6.1	0.3	2.3	10.2	6.91	14.532	0.042	0.291	10.152	0.158	0.037	2.83
04.02.	16.5	7.0	6.8	1.0	1.9	10.2	6.90	12.530	0.032	0.284	8.859	0.031	0.034	2.58
04.10.	17.8	6.9	6.2	1.4	2.1	11.8	9.61	10.369	0.036	0.297	7.134	0.142	0.028	0.18
04.18.	18.5	6.6	5.6	1.9	2.3	8.7	7.82	11.134	0.037	0.275	7.598	0.134	0.032	0.44
05.07.	22.8	6.7	5.3	2.5	3.4	9.2	5.63	9.288	0.045	0.024	6.329	0.158	0.056	0.95
05.15.	24.3	6.9	6.8	2.6	3.5	9.6	7.42	7.669	0.036	0.146	5.132	0.144	0.066	1.36
05.23.	23.8	6.9	6.1	2.9	3.9	10.6	6.19	10.136	0.022	0.027	6.754	0.105	0.078	5.33
06.02.	23.4	6.6	6.4	0.9	2.4	8.9	7.58	11.401	0.036	0.276	7.569	0.209	0.051	6.01
06.10.	24.0	6.6	5.4	1.6	1.4	8.4	5.96	6.961	0.039	0.133	4.394	0.202	0.243	7.19
06.18.	26.0	6.7	5.5	0.5	0.8	6.9	7.53	9.291	0.005	0.025	6.303	0.125	0.124	0.71
07.04.	25.0	6.7	5.0	1.7	3.0	8.2	6.17	6.833	0.063	0.025	4.082	0.208	0.145	0.86
07.14.	27.6	6.8	5.2	2.0	3.2	7.6	6.56	9.910	0.043	0.032	5.836	0.162	0.089	1.25
07.22.	27.0	6.7	5.1	1.1	0.3	7.7	6.41	8.308	0.036	0.030	4.458	0.144	0.083	1.48
07.30.	27.0	6.8	5.1	0.9	0.4	7.2	7.14	8.242	0.084	0.014	4.843	0.188	0.020	0.37
08.08.	23.1	6.8	4.9	1.0	0.9	6.9	7.49	8.219	0.043	0.078	4.733	0.098	0.095	3.28

<표 2-12> 환경기초시설 수질조사표 - 대덕산단환경사업소

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	25.2	7.2	5.5	6.2	5.3	24.0	0.00	28.763	0.002	0.009	1.744	0.197	0.003	0.40
10.29.	20.1	7.0	5.9	10.7	5.7	28.0	0.00	30.395	0.005	0.008	10.661	0.291	0.019	0.62
11.06.	20.8	7.0	7.9	3.6	3.9	20.0	17.03	17.941	0.037	0.006	11.921	0.188	0.014	0.34
11.14.	13.9	7.2	8.6	7.7	4.0	21.2	12.04	18.904	0.029	0.006	23.921	0.258	0.025	0.38
11.22.	12.3	7.6	7.2	8.0	4.3	23.0	18.47	19.031	0.008	0.004	12.821	0.293	0.017	3.76
12.02.	11.8	7.5	7.4	4.5	4.2	18.5	11.49	17.183	0.000	0.007	10.693	0.260	0.031	2.31
12.10.	11.2	7.2	7.6	7.2	4.0	20.4	17.01	13.583	0.000	0.012	12.889	0.232	0.031	1.72
12.18.	11.6	7.1	7.5	6.5	3.9	19.2	13.95	16.589	0.021	0.012	14.958	0.285	0.027	3.58
12.26.	10.6	7.4	7.2	4.3	4.3	18.6	20.44	14.405	0.000	0.024	11.524	0.257	0.030	0.95
2014.01.06.	10.8	7.6	7.9	7.5	4.1	21.7	12.43	17.523	0.000	0.035	18.878	0.214	0.009	3.42
01.14.	11.1	7.5	7.6	7.2	3.5	17.3	19.90	14.629	0.024	0.006	10.240	0.113	0.029	2.17
01.22.	8.1	7.6	9.0	7.0	3.9	19.2	18.28	15.943	0.032	0.178	10.936	0.183	0.017	3.02
02.03.	7.5	7.5	10.3	5.2	3.1	18.0	13.62	15.732	0.027	0.009	11.034	0.009	0.028	0.54
02.11.	10.5	7.3	7.2	6.0	4.0	19.1	26.57	13.199	0.002	0.014	7.329	0.223	0.033	0.69
02.19.	12.7	7.4	7.5	0.8	4.2	20.7	15.49	13.521	0.019	0.007	8.468	0.121	0.035	0.52
02.27.	19.5	7.6	7.8	4.2	4.0	17.5	19.85	12.936	0.006	0.014	7.045	0.183	0.004	2.38
03.07.	14.1	7.2	7.4	7.5	4.0	19.0	13.12	13.964	0.017	0.003	9.246	0.154	0.013	0.71
03.17.	19.6	7.2	7.5	8.8	4.4	23.0	12.74	28.833	0.003	0.013	20.093	0.203	0.005	0.33
03.25.	20.0	7.3	8.8	8.0	4.1	18.7	13.64	19.430	0.005	0.408	11.350	0.223	0.003	2.92
04.02.	19.2	7.5	8.1	5.2	4.3	17.4	11.62	13.520	0.006	0.369	10.694	0.208	0.003	1.39
04.10.	21.5	7.7	6.8	6.1	4.2	21.2	13.91	18.326	0.003	0.412	16.131	0.228	0.005	2.07
04.18.	23.0	7.3	7.0	5.3	4.2	21.7	15.99	18.433	0.007	0.354	15.403	0.185	0.006	2.94
05.07.	23.5	7.1	7.5	8.7	4.2	21.0	18.96	15.239	0.009	0.237	13.854	0.154	0.014	3.25
05.15.	25.7	7.3	7.7	6.5	4.1	23.2	18.56	18.235	0.004	0.183	11.892	0.205	0.023	6.05
05.23.	26.1	7.8	7.0	7.8	3.9	21.1	16.04	17.265	0.006	0.004	12.011	0.182	0.006	11.98
06.02.	26.5	7.2	7.5	6.4	4.3	22.8	18.10	18.356	0.004	0.187	12.656	0.226	0.022	16.96
06.10.	27.5	7.0	6.2	8.0	4.4	26.5	22.44	26.401	0.004	0.012	16.473	0.146	0.008	21.66
06.18.	27.0	7.0	7.1	4.2	4.1	24.1	23.77	14.536	0.001	0.014	9.173	0.192	0.009	7.02
07.04.	28.4	7.2	6.1	4.3	4.5	27.0	20.78	16.532	0.002	0.142	9.141	0.213	0.033	3.24
07.14.	29.1	7.0	3.2	6.2	4.0	25.7	19.06	21.433	0.000	0.022	12.753	0.058	0.002	9.22
07.22.	31.2	7.3	6.2	7.5	4.2	26.9	28.34	18.531	0.003	0.036	10.531	0.069	0.005	16.99
07.30.	31.0	7.2	5.1	3.9	3.9	22.9	21.07	15.436	0.015	0.077	8.163	0.063	0.004	8.64
08.08.	29.0	7.3	6.4	2.5	3.5	24.5	23.14	16.497	0.022	0.009	9.598	0.136	0.000	18.06

<표 2-13> 하천수질조사표 - 갑천 (봉곡2교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	18.0	7.0	6.8	1.4	0.7	2.0	0.00	1.973	0.002	0.014	1.294	0.014	0.000	2.01
10.29.	13.5	6.7	8.7	1.2	0.2	2.0	0.00	2.537	0.002	0.009	0.103	0.017	0.000	1.72
11.06.	12.9	7.0	9.6	0.6	0.5	1.4	0.65	1.023	0.002	0.006	0.867	0.024	0.000	1.32
11.14.	8.6	6.8	11.4	1.0	1.0	1.8	0.45	1.115	0.042	0.007	0.982	0.019	0.000	0.72
11.22.	6.2	7.4	8.6	1.0	1.4	3.2	0.84	1.039	0.008	0.005	0.721	0.015	0.000	1.10
12.02.	6.5	7.6	8.8	0.8	1.1	2.2	0.32	2.275	0.000	0.007	1.459	0.017	0.002	0.82
12.10.	6.6	7.2	9.3	1.3	0.7	1.6	0.95	1.220	0.012	0.013	1.201	0.021	0.002	1.24
12.18.	6.1	7.3	9.7	1.0	0.9	1.8	0.01	2.424	0.000	0.011	1.856	0.015	0.000	0.82
12.26.	5.3	7.8	10.3	1.3	0.6	2.0	0.42	2.143	0.004	0.009	1.732	0.018	0.000	0.98
2014.01.06.	3.8	7.6	10.2	0.8	1.0	2.4	1.29	2.917	0.019	0.014	2.334	0.011	0.000	0.57
01.14.	2.7	7.7	9.4	0.3	0.4	1.8	0.56	1.012	0.002	0.002	0.687	0.023	0.000	0.32
01.22.	4.2	7.8	10.1	0.8	0.7	2.0	0.56	1.123	0.000	0.008	0.921	0.021	0.000	0.54
02.03.	5.7	7.9	10.9	1.3	0.4	1.3	1.06	1.897	0.000	0.003	1.328	0.028	0.000	0.31
02.11.	3.0	8.2	9.2	1.0	0.7	1.7	3.09	1.348	0.000	0.005	0.847	0.018	0.001	0.90
02.19.	3.9	7.4	9.7	1.1	0.9	1.6	0.74	1.426	0.000	0.004	1.011	0.021	0.000	1.45
02.27.	7.4	8.2	9.7	0.8	1.0	2.2	0.93	1.320	0.001	0.011	0.832	0.014	0.000	0.61
03.07.	5.1	8.2	10.8	1.0	1.5	2.6	0.51	1.033	0.000	0.005	0.754	0.023	0.003	0.42
03.17.	9.6	7.4	8.7	1.4	0.5	2.0	1.15	2.650	0.003	0.016	1.754	0.015	0.000	0.27
03.25.	13.0	8.0	9.1	1.0	0.7	2.6	1.30	2.553	0.002	0.017	1.753	0.018	0.001	1.96
04.02.	13.5	7.7	8.7	0.9	0.9	2.9	1.17	2.321	0.000	0.015	1.448	0.021	0.000	0.58
04.10.	14.2	7.5	8.1	1.3	0.7	3.0	0.99	2.425	0.000	0.013	1.589	0.017	0.000	0.48
04.18.	14.5	7.7	8.7	0.8	1.3	2.5	1.61	2.136	0.002	0.011	1.298	0.019	0.003	2.07
05.07.	16.5	8.1	10.5	1.4	1.8	2.8	1.45	2.258	0.002	0.016	0.133	0.009	0.000	0.52
05.15.	20.5	8.1	9.3	1.1	1.4	3.0	1.81	1.317	0.000	0.013	0.082	0.026	0.004	0.35
05.23.	21.2	8.2	6.8	0.8	0.9	2.2	1.76	1.421	0.002	0.007	0.832	0.013	0.000	2.15
06.02.	20.4	7.2	5.6	1.3	1.2	2.6	1.90	1.164	0.002	0.013	0.815	0.018	0.000	5.68
06.10.	23.0	7.5	8.3	1.8	0.4	3.0	1.72	1.362	0.000	0.015	0.823	0.011	0.010	7.03
06.18.	21.2	7.4	8.1	2.3	0.6	2.3	2.19	2.003	0.003	0.024	1.402	0.036	0.001	1.37
07.04.	23.0	7.6	7.7	2.2	1.4	4.8	2.80	1.852	0.004	0.032	1.213	0.028	0.000	0.73
07.14.	26.1	7.5	9.3	2.4	0.6	4.0	2.19	1.155	0.000	0.011	0.693	0.015	0.000	2.66
07.22.	27.2	7.4	8.8	1.3	0.5	3.4	2.21	0.549	0.002	0.003	0.329	0.021	0.003	5.16
07.30.	29.3	7.6	10.0	2.7	0.4	2.6	3.18	0.403	0.001	0.007	0.238	0.021	0.004	3.15
08.08.	21.1	8.7	7.8	3.0	0.7	4.1	5.20	2.248	0.005	0.019	1.238	0.015	0.007	5.28

<표 2-14> 하천수질조사표 - 갑천 (가수원교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	18.5	7.2	7.5	1.6	0.3	3.0	0.00	1.430	0.000	0.015	1.163	0.023	0.002	3.60
10.29.	13.7	6.7	9.2	0.8	0.7	2.4	0.00	1.046	0.000	0.010	0.788	0.024	0.002	2.40
11.06.	12.9	6.8	9.9	1.2	0.8	1.6	1.41	1.187	0.000	0.007	0.797	0.021	0.003	2.30
11.14.	9.0	7.1	12.1	1.0	1.0	2.1	2.07	1.365	0.029	0.008	1.032	0.024	0.005	1.48
11.22.	7.1	7.5	9.2	0.6	1.2	2.8	2.07	1.156	0.000	0.012	0.895	0.014	0.002	0.98
12.02.	6.6	7.5	9.1	0.9	0.8	2.1	1.42	1.936	0.000	0.011	1.386	0.023	0.000	1.03
12.10.	6.2	7.9	8.9	1.4	1.2	2.4	3.50	1.716	0.000	0.010	1.538	0.019	0.000	0.78
12.18.	5.5	8.1	9.1	1.1	1.5	2.8	1.06	2.339	0.000	0.013	2.075	0.015	0.000	1.53
12.26.	4.0	7.7	9.8	1.7	1.5	3.3	0.39	1.712	0.002	0.014	1.394	0.032	0.003	1.72
2014.01.06.	2.1	8.1	8.8	0.6	0.9	2.0	1.63	1.821	0.016	0.010	1.457	0.017	0.000	1.03
01.14.	2.3	8.0	8.8	0.4	0.7	1.5	0.98	1.056	0.000	0.006	0.739	0.031	0.000	0.72
01.22.	4.8	8.0	10.9	0.3	0.5	1.9	1.23	1.159	0.000	0.009	0.821	0.022	0.000	1.62
02.03.	5.5	8.1	10.7	1.0	1.0	2.3	1.73	1.357	0.000	0.007	0.921	0.028	0.000	2.26
02.11.	3.7	8.2	12.0	1.3	1.1	2.5	3.68	1.369	0.000	0.012	0.958	0.021	0.002	0.94
02.19.	4.5	8.1	12.8	1.0	1.0	2.3	1.36	1.143	0.002	0.007	0.631	0.013	0.000	2.13
02.27.	7.0	8.1	10.5	1.2	1.2	2.5	1.56	1.272	0.000	0.012	0.936	0.017	0.000	1.07
03.07.	5.6	8.4	12.1	0.9	1.0	2.1	1.30	1.146	0.000	0.006	0.536	0.022	0.002	1.26
03.17.	12.2	7.7	7.2	1.3	0.6	1.9	2.55	2.470	0.001	0.031	1.528	0.028	0.000	1.03
03.25.	14.0	8.0	8.6	1.2	0.4	2.7	1.60	2.271	0.000	0.032	1.432	0.031	0.000	1.27
04.02.	15.1	8.4	9.6	1.5	0.8	3.6	2.28	2.650	0.001	0.033	1.633	0.029	0.000	0.89
04.10.	15.1	7.7	10.8	1.9	0.7	3.4	1.73	2.134	0.002	0.032	1.388	0.025	0.002	0.50
04.18.	16.0	8.1	9.6	1.2	0.9	2.9	1.98	2.398	0.005	0.031	1.483	0.024	0.000	2.95
05.07.	19.0	8.4	9.8	1.7	2.0	3.2	2.11	1.947	0.000	0.200	1.267	0.032	0.002	0.84
05.15.	22.0	8.2	9.2	1.4	2.4	5.8	3.36	1.465	0.000	0.031	1.026	0.068	0.003	1.08
05.23.	23.7	7.8	8.4	1.8	2.7	5.0	2.73	2.211	0.003	0.006	1.432	0.033	0.003	3.21
06.02.	23.0	7.7	8.0	1.5	1.9	4.2	3.37	1.063	0.000	0.003	0.842	0.047	0.000	4.21
06.10.	24.5	7.9	8.4	1.1	0.6	3.8	2.84	1.255	0.002	0.059	0.853	0.020	0.031	5.05
06.18.	24.0	8.2	8.5	1.4	0.8	3.7	2.99	2.296	0.002	0.031	1.418	0.039	0.008	2.01
07.04.	24.5	7.5	7.0	16.7	1.6	5.0	4.53	1.630	0.000	0.035	1.043	0.042	0.007	1.32
07.14.	25.3	7.9	9.0	12.0	0.9	5.0	3.00	0.864	0.000	0.013	0.508	0.024	0.000	5.98
07.22.	29.0	8.4	9.3	9.5	0.8	3.9	3.65	0.849	0.003	0.011	0.487	0.036	0.004	6.45
07.30.	30.4	8.3	9.0	3.0	0.7	2.9	4.55	1.290	0.000	0.020	0.675	0.073	0.013	3.94
08.08.	27.2	7.8	8.1	9.0	0.5	5.1	6.08	1.776	0.000	0.040	1.043	0.083	0.013	4.26

<표 2-15> 하천수질조사표 - 갑천 (둔산대교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	20.2	7.5	8.5	8.3	2.8	4.4	0.00	3.291	0.108	0.037	1.922	0.060	0.007	4.50
10.29.	14.8	7.9	9.8	6.4	2.7	4.8	0.00	1.916	0.093	0.038	1.678	0.051	0.005	3.30
11.06.	14.1	7.6	9.5	7.4	2.0	3.8	1.64	1.512	0.062	0.036	0.882	0.051	0.003	3.71
11.14.	9.1	7.3	10.5	1.3	2.6	3.4	1.24	2.916	0.000	0.108	1.971	0.041	0.005	4.89
11.22.	6.6	7.6	8.8	7.0	1.8	2.0	1.80	2.353	0.000	0.089	2.032	0.044	0.003	1.71
12.02.	6.5	7.6	8.7	6.2	2.1	3.0	1.95	2.302	0.000	0.017	1.812	0.033	0.011	0.59
12.10.	6.5	8.0	9.1	11.3	3.5	4.8	4.90	2.824	0.021	0.038	2.483	0.086	0.011	2.70
12.18.	6.3	7.8	8.9	2.7	2.2	3.8	1.51	2.549	0.000	0.021	2.311	0.041	0.010	1.74
12.26.	5.1	8.4	9.3	2.5	2.0	3.1	1.17	2.916	0.003	0.249	1.539	0.059	0.014	1.49
2014.01.06.	3.0	7.8	7.8	5.2	2.6	3.4	2.15	3.086	0.039	0.028	2.469	0.075	0.019	1.64
01.14.	3.2	7.5	7.4	3.8	2.1	2.7	1.31	1.631	0.054	0.037	1.101	0.039	0.002	1.22
01.22.	5.4	8.0	10.4	3.0	2.0	3.1	4.32	1.432	0.054	0.048	0.789	0.064	0.002	3.18
02.03.	4.5	7.9	10.5	3.2	2.4	4.0	4.68	4.138	0.043	0.054	3.705	0.127	0.044	2.14
02.11.	4.5	7.9	11.2	2.1	2.3	3.2	5.10	2.203	0.002	0.035	1.543	0.032	0.012	1.45
02.19.	6.3	7.7	10.5	1.7	2.1	3.4	2.86	1.872	0.042	0.033	1.264	0.035	0.033	0.74
02.27.	9.5	7.8	8.0	6.0	2.4	3.2	2.12	2.105	0.048	0.033	1.142	0.051	0.054	0.32
03.07.	8.5	7.9	9.1	4.0	2.3	3.2	2.48	1.134	0.052	0.024	0.694	0.039	0.002	2.09
03.17.	12.2	7.8	10.3	5.9	2.2	4.4	2.48	4.839	0.002	0.041	3.819	0.072	0.019	0.83
03.25.	13.9	8.0	11.7	4.5	1.6	3.9	3.00	4.939	0.004	0.045	4.042	0.073	0.012	0.90
04.02.	14.4	8.3	11.1	4.1	1.7	4.2	2.53	4.436	0.005	0.048	3.713	0.102	0.014	0.32
04.10.	16.4	8.7	8.8	4.8	1.9	3.8	2.23	4.276	0.003	0.039	3.482	0.062	0.013	0.97
04.18.	17.0	8.3	8.5	5.2	2.7	4.4	4.27	4.859	0.012	0.048	4.004	0.092	0.018	1.36
05.07.	19.3	7.9	8.0	5.9	3.1	5.4	2.98	2.016	0.002	0.053	1.311	0.090	0.009	0.84
05.15.	22.7	8.8	11.5	6.7	2.7	5.2	4.28	1.986	0.003	0.082	1.324	0.043	0.004	1.26
05.23.	24.0	8.2	6.8	4.9	2.1	4.1	4.09	1.856	0.007	0.022	1.185	0.080	0.009	1.95
06.02.	23.9	7.9	7.8	5.0	3.2	7.0	4.43	1.723	0.003	0.026	1.169	0.102	0.005	2.56
06.10.	25.0	7.1	1.7	5.5	1.4	9.0	7.31	3.723	0.054	0.091	2.431	0.157	0.068	3.48
06.18.	25.2	7.7	4.8	5.8	1.2	8.8	4.36	3.731	0.009	0.044	2.511	0.043	0.022	1.22
07.04.	25.0	7.4	6.6	5.7	2.8	6.2	3.64	1.033	0.021	0.099	0.608	0.059	0.027	0.64
07.14.	29.2	7.8	7.1	4.3	1.12	6.3	4.37	0.982	0.058	0.038	0.549	0.043	0.003	1.32
07.22.	29.1	7.6	7.4	2.9	2.0	6.0	4.43	1.211	0.039	0.051	0.626	0.054	0.005	1.05
07.30.	26.4	7.7	7.0	1.4	1.7	4.6	5.93	1.405	0.014	0.163	0.832	0.105	0.070	0.83
08.08.	24.0	7.7	7.5	1.0	1.1	6.4	5.86	1.872	0.027	0.026	1.623	0.057	0.032	1.34

<표 2-16> 하천수질조사표 - 갑천 (원촌교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	19.8	8.0	8.6	10.0	2.7	4.0	0.00	2.762	0.025	0.030	1.754	0.057	0.003	16.73
10.29.	15.4	8.1	10.4	11.0	2.6	4.8	0.00	1.345	0.021	0.035	1.195	0.052	0.000	27.75
11.06.	14.5	8.1	9.5	7.6	1.8	4.0	1.80	1.338	0.041	0.027	0.819	0.055	0.002	17.83
11.14.	9.5	7.3	10.3	5.0	2.7	3.7	1.97	2.471	0.021	0.042	1.716	0.059	0.004	25.06
11.22.	7.4	7.5	8.3	8.2	1.4	2.6	2.60	2.291	0.085	0.071	1.704	0.037	0.002	4.04
12.02.	6.5	7.8	8.5	9.0	1.6	2.8	2.84	2.594	0.018	0.017	1.863	0.035	0.012	3.48
12.10.	7.1	7.8	11.1	9.7	3.7	6.2	4.65	2.762	0.044	0.039	2.470	0.174	0.012	2.75
12.18.	6.8	7.8	10.8	2.0	1.6	2.8	1.38	2.741	0.000	0.020	2.611	0.039	0.005	3.15
12.26.	5.8	8.0	11.6	3.4	1.8	2.4	2.01	2.436	0.000	0.036	1.480	0.042	0.004	2.05
2014.01.06.	4.2	9.0	10.8	9.8	2.4	3.7	2.24	2.369	0.033	0.104	1.895	0.059	0.009	4.69
01.14.	4.4	8.6	10.5	4.6	1.7	2.8	1.41	1.451	0.037	0.021	1.057	0.042	0.010	6.85
01.22.	4.9	8.1	11.3	2.3	2.7	3.3	1.53	1.239	0.031	0.051	0.616	0.052	0.002	12.74
02.03.	6.8	8.0	10.5	1.7	2.4	3.9	4.31	3.819	0.041	0.062	2.712	0.113	0.032	19.21
02.11.	4.1	7.7	11.1	3.0	2.4	3.8	5.05	1.896	0.015	0.034	1.232	0.028	0.013	11.72
02.19.	5.9	8.3	10.2	3.5	1.9	2.9	2.71	1.584	0.039	0.027	1.088	0.041	0.037	7.15
02.27.	10.1	8.4	11.5	7.4	1.7	2.9	1.92	1.754	0.000	0.025	1.139	0.043	0.008	3.70
03.07.	7.9	8.2	10.4	6.1	2.8	3.9	2.40	1.236	0.032	0.021	0.742	0.041	0.002	19.14
03.17.	12.5	7.6	10.3	8.2	2.5	4.6	3.42	3.012	0.003	0.035	2.013	0.061	0.002	2.75
03.25.	13.6	8.1	11.5	6.0	2.0	3.7	3.29	3.216	0.005	0.047	2.253	0.063	0.014	4.15
04.02.	15.1	7.8	10.7	4.6	2.0	3.0	2.22	3.104	0.003	0.041	2.154	0.076	0.015	3.11
04.10.	16.8	8.3	10.8	5.0	2.1	3.4	2.36	3.321	0.002	0.042	2.214	0.059	0.016	4.20
04.18.	17.6	8.6	9.9	6.1	2.0	4.2	4.34	3.369	0.032	0.044	2.143	0.063	0.013	2.94
05.07.	20.0	8.7	10.2	7.5	3.0	4.8	2.89	1.839	0.005	0.037	1.134	0.049	0.013	0.52
05.15.	22.5	8.9	11.4	8.5	2.4	5.0	4.29	1.520	0.006	0.041	1.065	0.064	0.003	0.71
05.23.	23.1	8.3	9.2	6.2	2.2	4.1	3.75	1.658	0.011	0.025	1.143	0.031	0.007	2.14
06.02.	22.8	7.7	6.5	5.1	3.4	6.6	4.84	1.207	0.006	0.035	0.756	0.082	0.011	7.58
06.10.	26.0	8.0	8.6	6.0	1.8	9.2	7.30	3.832	0.062	0.068	2.428	0.126	0.060	5.13
06.18.	25.0	8.5	7.7	5.1	1.7	9.5	5.36	1.971	0.001	0.137	1.178	0.049	0.015	0.83
07.04.	25.0	7.5	7.3	6.3	2.6	6.2	4.33	1.631	0.008	0.041	1.026	0.101	0.072	0.28
07.14.	28.1	7.7	8.5	6.2	2.3	7.0	5.32	1.132	0.037	0.059	0.963	0.050	0.006	3.28
07.22.	30.1	7.5	8.3	3.8	1.4	6.2	4.26	1.191	0.027	0.042	0.706	0.089	0.008	2.64
07.30.	28.1	8.3	7.4	2.5	2.4	5.2	5.25	1.404	0.028	0.078	0.832	0.108	0.062	1.35
08.08.	26.7	7.8	7.7	0.8	1.0	6.7	6.35	1.698	0.008	0.040	1.015	0.079	0.037	2.07

<표 2-17> 하천수질조사표 - 갑천 (신구교 - 관평천 합류 후)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	21.5	7.3	8.5	5.8	2.2	5.8	0.00	8.056	0.025	0.116	2.701	0.118	0.029	16.21
10.29.	19.5	7.1	8.9	5.2	2.1	5.6	0.00	7.385	0.023	0.122	6.786	0.166	0.041	11.73
11.06.	18.5	7.2	8.6	4.0	3.0	7.0	4.34	8.737	0.159	0.702	5.612	0.153	0.039	22.09
11.14.	9.0	7.0	10.6	5.0	2.3	6.4	4.54	9.521	0.171	0.392	7.476	0.111	0.036	26.1
11.22.	9.7	7.0	8.2	5.9	2.2	5.6	1.25	9.110	0.105	0.305	5.024	0.129	0.042	3.49
12.02.	10.7	7.6	8.4	4.8	2.0	5.2	1.92	9.056	0.836	0.111	6.125	0.143	0.046	5.06
12.10.	11.0	7.6	9.2	5.3	2.6	6.7	2.10	8.798	0.658	0.110	5.412	0.121	0.046	3.42
12.18.	10.7	7.8	9.4	4.6	2.7	6.2	6.17	9.239	0.042	0.110	7.598	0.096	0.026	4.96
12.26.	8.8	7.8	7.6	1.5	2.6	6.9	4.89	10.466	0.061	0.175	8.773	0.117	0.028	7.02
2014.01.06.	8.0	8.1	9.8	3.3	2.4	4.7	4.92	9.753	0.037	0.153	8.602	0.117	0.017	5.24
01.14.	7.7	7.9	9.8	3.0	2.3	4.2	3.81	9.278	0.098	0.596	7.295	0.124	0.039	3.84
01.22.	7.8	7.7	12.2	2.4	2.6	6.6	4.22	11.631	0.135	0.116	8.427	0.140	0.042	8.64
02.03.	7.4	7.5	12.8	1.8	3.0	7.0	6.11	10.595	0.084	0.207	7.540	0.167	0.034	18.12
02.11.	8.0	7.7	11.4	3.9	2.5	6.7	8.06	11.492	0.724	0.143	7.232	0.124	0.043	5.11
02.19.	8.9	7.6	10.9	4.2	2.9	7.0	5.43	11.335	0.062	0.587	7.877	0.116	0.036	14.77
02.27.	12.4	7.5	13.0	4.0	3.8	7.7	5.33	9.148	0.027	0.105	7.132	0.128	0.032	8.11
03.07.	9.5	8.3	9.2	3.2	2.6	7.1	6.11	9.747	0.098	0.541	6.532	0.128	0.027	16.10
03.17.	15.8	7.2	9.8	4.9	3.0	7.0	5.29	9.831	0.027	0.123	7.273	0.113	0.032	5.14
03.25.	16.2	7.4	10.6	5.6	2.9	7.0	5.76	10.832	0.074	0.309	7.142	0.153	0.029	8.44
04.02.	16.5	7.6	10.9	3.8	3.2	8.1	4.14	7.236	0.072	0.287	5.052	0.116	0.025	5.12
04.10.	19.2	7.4	9.5	4.2	3.4	9.0	5.37	9.754	0.088	0.254	7.326	0.127	0.021	2.06
04.18.	19.8	7.5	9.3	6.0	3.0	6.5	6.83	8.136	0.061	0.169	7.074	0.147	0.029	4.15
05.07.	21.0	8.1	12.6	7.0	3.2	7.2	3.74	8.875	0.052	0.129	6.452	0.133	0.022	2.77
05.15.	23.8	7.8	13.0	8.1	3.1	8.4	6.15	7.321	0.036	0.098	5.545	0.132	0.028	1.56
05.23.	24.2	7.4	10.4	7.4	3.3	7.1	5.27	8.139	0.022	0.089	5.612	0.115	0.036	4.15
06.02.	22.0	7.1	7.9	6.1	3.7	9.1	6.03	7.236	0.016	0.106	5.656	0.136	0.015	8.99
06.10.	25.0	7.3	8.8	5.4	2.1	8.0	6.04	6.316	0.033	0.005	4.313	0.139	0.139	5.64
06.18.	24.1	7.4	8.9	2.0	2.2	8.4	6.14	7.800	0.032	0.085	3.980	0.098	0.091	2.28
07.04.	26.2	7.4	9.9	6.3	3.0	8.2	5.49	6.909	0.006	0.301	1.245	0.147	0.099	1.64
07.14.	29.5	7.6	10.6	10.8	2.4	9.8	5.62	5.859	0.033	0.078	3.443	0.117	0.057	3.09
07.22.	30.1	7.5	10.4	10.6	1.7	6.1	4.48	5.968	0.048	0.059	3.477	0.095	0.062	5.13
07.30.	31.2	8.2	9.4	7.4	1.8	6.0	7.58	6.507	0.033	0.074	2.703	0.101	0.033	1.98
08.08.	27.1	7.4	7.3	1.1	1.6	6.6	6.82	5.904	0.009	0.054	1.563	0.073	0.052	4.86

<표 2-18> 하천수질조사표 - 갑천 (두계보)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	17.8	7.1	6.4	3.4	0.9	3.2	0.00	2.481	0.000	0.056	1.573	0.041	0.010	4.03
10.29.	13.1	6.8	8.0	0.8	1.5	3.4	0.00	2.091	0.000	0.081	1.429	0.031	0.008	3.50
11.06.	13.1	7.1	11.0	2.0	2.1	3.6	1.75	2.534	0.000	0.038	1.672	0.039	0.007	4.62
11.14.	8.4	6.9	11.6	0.3	1.2	2.0	2.26	2.262	0.033	0.071	1.498	0.033	0.012	2.77
11.22.	6.5	7.5	8.3	0.7	1.5	2.4	1.52	2.291	0.000	0.064	1.325	0.023	0.005	2.02
12.02.	5.8	7.4	9.3	1.5	2.0	3.4	2.27	2.908	0.000	0.014	1.832	0.024	0.003	1.21
12.10.	6.3	7.9	9.6	2.1	1.6	3.2	1.64	2.814	0.025	0.028	2.429	0.030	0.003	1.25
12.18.	6.0	7.8	9.5	0.8	1.0	2.2	0.95	2.919	0.000	0.006	2.810	0.021	0.000	1.15
12.26.	4.2	8.1	10.9	1.2	1.3	2.5	1.87	2.327	0.000	0.058	1.517	0.052	0.009	1.25
2014.01.06.	3.8	8.1	11.2	0.5	1.2	3.2	2.33	2.136	0.027	0.021	1.708	0.024	0.000	0.82
01.14.	2.9	8.0	9.0	0.5	0.9	2.1	1.97	2.317	0.000	0.039	1.662	0.028	0.003	1.07
01.22.	5.1	8.1	9.8	0.6	1.1	2.7	0.84	2.312	0.000	0.034	1.547	0.030	0.003	0.95
02.03.	7.0	8.1	10.6	1.1	0.8	2.5	2.26	2.210	0.000	0.032	1.475	0.030	0.002	1.74
02.11.	3.5	8.7	11.9	1.9	1.2	3.0	4.07	1.947	0.000	0.009	1.143	0.023	0.003	1.06
02.19.	4.2	7.6	10.2	0.8	0.6	2.1	1.83	1.829	0.001	0.031	1.283	0.014	0.003	3.98
02.27.	7.5	8.1	10.0	1.2	1.7	3.0	1.88	1.743	0.003	0.033	1.121	0.030	0.011	1.19
03.07.	5.5	8.2	9.1	0.7	1.8	3.3	2.32	2.134	0.002	0.032	1.462	0.032	0.000	2.17
03.17.	11.0	7.5	7.5	1.2	2.0	2.4	2.87	2.898	0.000	0.031	1.937	0.051	0.012	0.94
03.25.	13.5	7.9	9.7	1.4	1.7	3.2	2.59	2.832	0.003	0.033	1.823	0.049	0.013	2.52
04.02.	14.6	8.2	10.1	1.0	1.6	4.9	3.39	2.422	0.002	0.030	1.569	0.048	0.015	1.15
04.10.	15.4	7.9	10.6	1.5	1.4	4.6	2.02	2.586	0.000	0.028	1.712	0.039	0.013	0.92
04.18.	15.8	8.2	10.0	1.0	1.9	4.0	3.21	2.237	0.004	0.023	1.352	0.033	0.019	4.14
05.07.	16.0	7.9	10.8	1.5	2.3	4.4	2.56	1.827	0.000	0.021	1.129	0.044	0.012	1.92
05.15.	21.7	7.5	8.5	1.0	2.7	5.6	3.74	1.458	0.000	0.020	1.006	0.061	0.006	2.39
05.23.	22.9	7.9	10.3	1.2	1.8	4.7	3.74	1.535	0.000	0.032	1.042	0.052	0.000	4.02
06.02.	22.4	8.1	10.5	2.0	3.0	7.8	5.31	1.814	0.001	0.022	1.169	0.110	0.008	10.68
06.10.	23.7	7.7	8.9	2.5	0.8	5.9	4.18	1.589	0.000	0.083	1.103	0.027	0.054	16.72
06.18.	22.3	8.0	9.2	3.0	0.8	5.8	5.09	2.627	0.004	0.083	1.733	0.084	0.047	4.23
07.04.	23.2	7.4	6.9	9.0	1.9	6.8	4.53	1.784	0.002	0.110	1.258	0.077	0.044	2.15
07.14.	27.0	7.6	8.2	8.1	1.2	7.6	3.37	1.343	0.001	0.013	0.754	0.042	0.000	3.02
07.22.	28.1	7.6	7.6	4.9	0.8	6.1	4.01	1.140	0.000	0.047	0.544	0.063	0.000	7.05
07.30.	28.1	7.5	5.9	1.7	0.8	3.0	4.72	1.841	0.003	0.016	1.103	0.184	0.101	2.66
08.08.	23.4	7.6	6.1	9.7	0.5	7.2	7.08	1.962	0.008	0.017	1.083	0.117	0.044	3.78

<표 2-19> 하천수질조사표 - 진잠천 (신흥교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	18.8	7.2	7.8	0.8	0.3	3.6	0.00	3.082	0.003	0.040	2.481	0.040	0.022	30.75
10.29.	13.3	7.1	9.8	1.8	0.5	3.4	0.00	3.269	0.007	0.039	3.012	0.048	0.017	28.15
11.06.	12.0	7.0	10.1	6.8	1.1	4.4	1.85	4.437	0.000	0.023	3.862	0.080	0.023	24.01
11.14.	8.1	7.1	13.7	0.7	2.2	3.4	2.21	4.486	0.035	0.026	3.793	0.064	0.017	13.73
11.22.	6.3	7.6	8.5	2.0	1.3	2.6	1.96	4.010	0.015	0.021	3.154	0.039	0.018	8.42
12.02.	6.2	7.7	9.6	1.6	1.2	2.8	2.21	4.787	0.075	0.034	3.965	0.073	0.032	5.50
12.10.	7.0	7.1	9.9	2.6	3.0	5.6	4.56	3.020	0.051	0.035	2.548	0.114	0.032	3.03
12.18.	6.4	8.0	9.6	1.3	1.7	3.0	0.79	4.643	0.002	0.102	4.159	0.062	0.027	4.75
12.26.	2.6	7.9	11.2	1.2	1.4	3.1	2.65	2.946	0.002	0.053	1.964	0.037	0.025	2.92
2014.01.06.	2.5	8.8	9.2	1.1	0.4	3.1	1.87	4.551	0.119	0.049	3.641	0.050	0.019	1.08
01.14.	2.4	7.8	9.5	0.8	0.4	3.0	1.42	3.789	0.002	0.013	2.533	0.071	0.005	0.97
01.22.	5.3	8.1	10.5	1.0	0.6	3.4	1.96	4.800	0.000	0.062	3.732	0.082	0.034	5.82
02.03.	5.2	8.1	11.0	1.6	0.9	3.0	3.59	2.869	0.002	0.012	2.010	0.074	0.003	1.03
02.11.	3.0	8.2	10.6	2.4	2.8	5.2	4.05	4.203	0.062	0.111	2.843	0.054	0.031	3.14
02.19.	3.8	8.3	11.2	0.9	0.8	3.3	1.84	3.241	0.004	0.015	1.897	0.073	0.005	10.82
02.27.	9.8	8.5	11.9	1.5	1.1	2.7	2.39	4.003	0.013	0.035	2.784	0.040	0.004	5.32
03.07.	6.1	8.4	11.4	1.3	0.5	3.0	2.28	3.322	0.003	0.032	2.721	0.077	0.013	10.73
03.17.	13.5	8.2	11.2	2.0	0.4	2.6	2.37	3.465	0.004	0.067	2.213	0.060	0.027	2.31
03.25.	14.1	8.4	11.8	2.3	0.6	4.1	2.84	3.366	0.003	0.057	2.343	0.062	0.024	4.01
04.02.	14.6	8.2	11.6	2.0	0.9	5.5	2.58	3.103	0.005	0.052	2.154	0.054	0.023	2.19
04.10.	15.5	7.6	11.2	2.5	0.6	5.0	2.25	3.113	0.005	0.045	2.188	0.055	0.024	0.63
04.18.	14.5	7.8	9.7	2.3	1.8	5.1	5.16	3.302	0.004	0.048	2.214	0.053	0.027	0.17
05.07.	17.3	8.9	10.7	3.0	2.4	5.8	3.27	2.398	0.003	0.055	1.435	0.051	0.024	0.04
05.15.	20.2	8.2	12.5	2.4	3.0	6.6	4.45	2.004	0.002	0.048	1.203	0.093	0.018	0.27
05.23.	21.3	7.5	10.6	2.9	3.5	6.8	6.56	1.262	0.000	0.032	0.754	0.056	0.018	2.94
06.02.	20.5	7.5	7.1	3.9	4.7	10.8	8.30	2.412	0.004	0.042	1.546	0.123	0.018	8.52
06.10.	22.0	8.0	8.9	4.3	1.5	8.2	5.07	1.632	0.004	0.033	1.042	0.022	0.035	11.36
06.18.	23.1	8.1	7.4	5.1	0.5	6.6	6.41	2.769	0.006	0.039	1.458	0.111	0.082	4.59
07.04.	24.0	7.5	6.7	5.0	2.5	8.0	4.80	2.092	0.005	0.082	1.233	0.121	0.077	1.97
07.14.	26.3	8.1	8.4	3.4	1.3	6.0	3.75	1.712	0.003	0.03	1.011	0.065	0.032	2.16
07.22.	28.3	8.1	7.9	2.2	1.1	4.4	3.97	2.771	0.001	0.059	1.463	0.070	0.042	3.98
07.30.	28.1	8.1	7.4	4.0	1.5	3.2	4.44	1.200	0.002	0.028	0.723	0.064	0.012	1.54
08.08.	25.0	7.7	7.5	3.3	1.0	5.5	6.46	3.166	0.014	0.019	1.754	0.053	0.032	1.13

<표 2-20> 하천수질조사표 - 유성천 (어은교)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	19.5	7.9	8.2	4.8	1.4	3.8	0.00	2.900	0.000	0.058	2.157	0.041	0.007	7.43
10.29.	13.9	7.5	9.9	2.4	1.0	3.2	0.00	2.876	0.000	0.048	2.063	0.024	0.004	8.06
11.06.	11.7	7.5	9.9	1.6	1.5	4.3	1.54	3.339	0.038	0.050	2.941	0.042	0.006	2.88
11.14.	8.2	7.2	12.8	2.3	0.8	2.0	1.73	3.256	0.055	0.031	2.505	0.048	0.007	4.36
11.22.	7.9	7.6	9.0	2.1	1.3	3.4	4.58	2.392	0.000	0.027	1.954	0.030	0.004	2.60
12.02.	6.1	7.6	10.2	1.5	1.0	3.0	4.64	3.033	0.014	0.028	2.685	0.039	0.014	1.94
12.10.	6.0	7.9	8.7	18.5	3.0	6.2	4.18	1.476	0.009	0.052	1.112	0.116	0.014	0.46
12.18.	6.2	8.0	9.2	1.8	1.1	2.8	3.51	3.321	0.000	0.021	2.912	0.046	0.015	1.03
12.26.	4.8	8.3	10.3	1.9	0.9	2.9	2.49	2.720	0.000	0.057	1.813	0.040	0.005	1.11
2014.01.06.	2.3	8.8	13.3	1.9	1.0	3.0	1.93	3.491	0.053	0.051	2.793	0.037	0.012	1.43
01.14.	2.6	8.4	13.1	1.0	0.9	2.4	1.79	2.147	0.017	0.025	1.359	0.029	0.004	1.21
01.22.	5.2	8.3	13.8	2.0	1.2	3.0	2.77	3.662	0.042	0.083	2.489	0.062	0.008	0.73
02.03.	4.8	8.6	14.1	2.1	1.1	2.7	2.47	2.432	0.015	0.027	1.701	0.032	0.003	3.74
02.11.	3.9	9.0	14.1	3.2	2.9	6.3	5.55	2.936	0.015	0.037	2.043	0.033	0.012	0.28
02.19.	3.6	8.7	14.0	2.0	1.5	2.7	2.25	1.896	0.018	0.026	1.123	0.029	0.004	2.38
02.27.	9.2	8.8	14.8	1.8	1.3	3.1	2.16	2.536	0.005	0.054	1.754	0.028	0.002	0.09
03.07.	8.1	8.6	14.6	2.0	0.8	2.8	1.80	2.497	0.021	0.041	2.562	0.042	0.000	3.31
03.17.	12.5	8.9	12.2	2.3	0.9	3.2	1.50	2.523	0.003	0.046	1.549	0.039	0.012	4.20
03.25.	15.0	8.9	15.0	3.2	0.5	3.8	2.98	2.439	0.002	0.048	1.656	0.038	0.013	6.42
04.02.	16.0	9.0	10.9	2.4	0.6	4.3	1.83	2.139	0.007	0.032	1.362	0.032	0.018	3.21
04.10.	16.1	8.4	10.7	3.0	0.5	4.8	2.15	2.249	0.009	0.031	1.473	0.031	0.015	1.63
04.18.	15.2	8.6	11.1	3.1	1.2	3.9	4.93	2.457	0.002	0.033	1.533	0.031	0.011	3.08
05.07.	19.3	8.9	11.9	3.6	1.8	5.0	2.78	1.359	0.004	0.067	0.842	0.039	0.005	2.61
05.15.	22.5	9.0	16.3	5.0	1.2	4.2	3.06	1.234	0.003	0.030	0.768	0.044	0.001	1.74
05.23.	23.4	8.0	12.6	4.2	1.0	4.5	2.82	1.136	0.002	0.041	0.784	0.042	0.006	3.02
06.02.	21.3	7.8	7.9	3.4	1.8	5.2	3.58	1.105	0.006	0.042	0.735	0.030	0.002	5.02
06.10.	23.0	8.7	10.7	3.0	1.2	4.4	2.47	1.224	0.000	0.050	0.776	0.024	0.006	5.65
06.18.	24.4	8.4	10.2	3.6	0.4	4.2	4.20	1.593	0.000	0.054	1.123	0.040	0.026	2.36
07.04.	25.4	8.1	7.9	11.0	1.8	6.8	4.54	1.143	0.009	0.071	0.584	0.075	0.039	0.94
07.14.	27.1	8.0	10.7	9.5	1.0	6.4	3.79	1.002	0.003	0.047	0.607	0.052	0.023	0.62
07.22.	27.4	8.7	9.6	8.1	0.6	5.0	3.85	1.606	0.005	0.062	0.867	0.058	0.022	1.32
07.30.	30.2	8.7	9.6	3.3	0.9	3.8	5.10	2.175	0.006	0.037	1.304	0.090	0.040	0.94
08.08.	25.2	8.2	7.5	1.0	0.8	5.0	5.43	2.637	0.015	0.020	1.583	0.070	0.039	0.65

<표 2-21> 하천수질조사표 - 갑천 (탄동천 말단)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	20.5	7.7	9.6	8.4	1.3	4.4	0.00	4.730	0.000	0.164	2.465	0.143	0.066	4.16
10.29.	16.1	7.3	9.6	23.8	3.0	5.6	0.00	5.789	0.008	0.231	5.529	0.320	0.122	3.31
11.06.	13.6	7.6	9.2	3.0	1.7	4.6	2.41	4.944	0.143	0.204	3.337	0.161	0.071	2.79
11.14.	10.1	7.2	12.3	5.3	1.2	2.2	2.44	5.022	0.025	0.145	3.431	0.150	0.089	2.14
11.22.	9.4	7.7	8.8	45.5	1.4	2.8	2.15	4.777	0.162	0.121	2.941	0.222	0.102	2.24
12.02.	9.0	7.7	9.3	15.2	1.8	3.2	2.34	4.271	0.066	0.045	3.152	0.116	0.066	1.52
12.10.	8.3	7.6	9.6	14.8	3.0	7.2	2.20	2.561	0.051	0.040	2.186	0.215	0.066	1.31
12.18.	7.7	7.5	9.5	13.0	2.8	7.4	1.07	7.902	0.005	0.364	6.125	0.413	0.235	2.63
12.26.	7.5	7.7	10.4	14.1	3.2	7.7	2.91	4.167	0.009	0.086	2.476	0.512	0.162	1.95
2014.01.06.	5.1	7.6	10.3	21.7	3.5	4.7	3.09	5.039	0.042	0.084	4.031	0.147	0.008	3.40
01.14.	4.7	7.8	10.0	15.3	3.2	4.1	1.84	3.257	0.153	0.186	2.213	0.129	0.057	2.80
01.22.	6.1	8.2	11.5	4.6	3.5	5.9	2.81	3.905	0.157	0.062	3.123	0.185	0.067	2.03
02.03.	6.6	8.1	11.9	10.3	3.8	7.0	2.43	3.975	0.141	0.065	2.783	0.134	0.082	0.55
02.11.	6.0	8.6	12.9	14.7	4.2	8.9	6.33	3.282	0.071	0.058	2.219	0.154	0.063	1.17
02.19.	7.4	8.5	11.7	4.7	2.0	4.2	3.18	3.149	0.147	0.188	2.003	0.134	0.073	1.64
02.27.	12.3	7.8	11.2	13.7	2.0	3.4	3.19	3.121	0.000	0.148	2.059	0.109	0.025	0.05
03.07.	8.5	8.8	11.9	20.3	3.6	5.0	3.50	4.836	0.121	0.154	3.201	0.141	0.054	1.94
03.17.	14.3	7.6	11.2	17.5	2.9	5.2	2.75	3.556	0.002	0.063	2.283	0.186	0.097	1.14
03.25.	15.0	7.7	9.4	14.0	2.3	6.9	3.82	3.548	0.002	0.063	2.382	0.173	0.101	3.08
04.02.	16.0	7.5	9.0	14.8	2.2	9.0	9.88	2.847	0.004	0.054	1.753	0.143	0.089	1.58
04.10.	16.4	7.9	8.9	19.4	2.0	8.4	2.98	2.756	0.004	0.053	1.843	0.136	0.092	3.38
04.18.	15.7	7.6	8.4	15.9	2.0	4.0	4.89	2.654	0.003	0.056	1.633	0.135	0.069	4.12
05.07.	20.8	8.1	11.6	18.3	2.9	4.8	2.62	2.832	0.005	0.065	1.754	0.117	0.077	2.95
05.15.	23.4	7.9	13.1	17.2	2.5	4.7	3.28	3.277	0.004	0.107	2.135	0.199	0.062	2.06
05.23.	22.0	7.7	9.4	17.6	2.2	5.5	3.18	2.446	0.004	0.048	1.626	0.135	0.054	4.62
06.02.	20.2	7.4	7.5	15.1	2.0	4.8	3.10	3.769	0.007	0.036	2.439	0.095	0.065	4.99
06.10.	24.0	8.0	10.3	12.7	1.4	5.6	3.46	3.037	0.000	0.157	2.107	0.021	0.097	4.21
06.18.	22.3	8.6	9.4	15.2	1.1	4.9	4.53	2.864	0.006	0.140	2.002	0.172	0.163	1.67
07.04.	26.0	8.4	9.4	3.7	1.6	5.2	3.53	2.093	0.004	0.070	1.267	0.122	0.081	1.05
07.14.	28.3	8.4	12.2	7.9	1.4	5.8	3.24	2.178	0.000	0.076	1.204	0.144	0.095	7.05
07.22.	29.0	8.5	10.8	7.0	0.9	5.2	3.77	2.917	0.003	0.078	1.643	0.137	0.057	8.04
07.30.	30.1	7.9	9.3	4.9	1.0	4.2	4.69	0.638	0.017	0.022	0.388	0.042	0.014	7.12
08.08.	24.3	7.2	8.4	2.0	0.2	5.9	7.26	3.323	0.044	0.046	1.833	0.118	0.085	9.66

<표 2-22> 하천수질조사표 - 갑천 (관평천 말단)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	18.0	7.2	7.2	1.8	0.9	2.4	0.00	2.602	0.020	0.037	2.494	0.032	0.010	3.20
10.29.	16.5	6.7	9.3	0.4	0.4	1.2	0.00	3.583	0.016	0.014	3.087	0.023	0.007	2.09
11.06.	16.8	7.0	9.9	2.6	1.1	3.2	2.01	5.121	0.011	0.009	3.833	0.030	0.012	1.92
11.14.	9.0	6.9	10.6	0.7	0.4	2.8	2.31	3.949	0.097	0.017	3.121	0.032	0.011	3.10
11.22.	8.8	6.9	8.8	0.6	0.6	1.6	2.02	4.105	0.034	0.012	2.980	0.031	0.010	2.66
12.02.	9.3	7.5	8.9	0.6	0.9	2.2	1.91	3.125	0.002	0.015	2.095	0.033	0.012	1.25
12.10.	9.8	7.7	8.4	1.2	1.9	4.0	2.10	1.411	0.008	0.020	1.315	0.044	0.012	1.02
12.18.	8.9	7.8	8.9	1.0	1.4	3.8	2.10	2.785	0.000	0.070	2.452	0.033	0.003	1.45
12.26.	7.6	7.6	9.1	1.4	1.0	4.2	1.94	2.642	0.002	0.052	2.114	0.041	0.004	1.13
2014.01.06.	6.8	7.8	9.4	0.3	0.5	2.1	2.39	3.264	0.024	0.056	2.611	0.025	0.000	0.53
01.14.	6.4	8.2	9.7	0.5	0.4	1.6	1.03	3.247	0.003	0.011	2.198	0.014	0.012	0.41
01.22.	7.4	8.1	11.5	0.8	0.6	2.5	1.68	5.324	0.009	0.031	3.584	0.027	0.011	2.70
02.03.	7.7	7.9	13.6	1.0	1.0	3.1	2.18	3.149	0.003	0.014	2.186	0.017	0.021	3.44
02.11.	7.0	7.7	9.3	0.8	1.3	3.5	8.25	3.145	0.003	0.032	2.049	0.041	0.014	0.99
02.19.	9.4	7.9	10.3	0.6	0.5	2.7	2.10	3.149	0.023	0.012	1.965	0.017	0.017	2.03
02.27.	11.1	7.8	12.1	0.5	0.8	2.1	1.48	3.154	0.004	0.032	1.389	0.030	0.010	1.81
03.07.	10.8	7.4	10.8	0.8	0.6	2.0	1.28	4.506	0.003	0.010	3.052	0.021	0.008	0.92
03.17.	15.0	7.7	14.5	0.3	0.3	1.1	2.18	2.804	0.018	0.040	1.863	0.037	0.012	0.42
03.25.	16.0	7.9	12.5	0.5	0.7	2.6	2.85	3.105	0.021	0.030	2.143	0.034	0.017	0.71
04.02.	15.8	8.1	11.5	0.9	0.7	5.2	2.10	3.002	0.017	0.030	1.998	0.036	0.013	0.48
04.10.	18.4	7.6	9.9	0.7	0.5	4.0	2.56	3.324	0.017	0.046	2.149	0.036	0.010	0.12
04.18.	18.0	7.3	9.6	1.1	3.0	6.3	4.78	2.855	0.041	0.041	1.636	0.028	0.015	0.36
05.07.	20.2	7.6	10.1	1.8	3.7	8.4	1.64	1.626	0.021	0.042	1.046	0.029	0.012	0.20
05.15.	23.2	7.5	9.5	1.3	1.9	3.4	2.81	1.575	0.018	0.018	1.003	0.044	0.021	0.61
05.23.	23.1	7.7	10.1	1.5	2.3	5.2	2.76	1.325	0.013	0.011	0.834	0.022	0.026	3.92
06.02.	20.4	7.2	10.2	3.1	1.7	4.2	2.60	1.253	0.011	0.039	0.775	0.056	0.010	7.14
06.10.	23.5	7.2	9.7	3.8	0.9	4.8	2.86	1.092	0.027	0.017	0.548	0.019	0.052	3.45
06.18.	22.1	7.6	9.4	1.4	1.5	5.6	3.81	1.403	0.000	0.022	0.781	0.027	0.011	1.54
07.04.	26.0	7.3	8.4	5.7	1.8	5.7	3.46	1.120	0.004	0.018	0.584	0.045	0.011	0.92
07.14.	27.4	7.4	8.5	3.9	1.8	5.0	2.27	1.144	0.028	0.010	0.589	0.021	0.007	2.97
07.22.	26.5	7.5	6.7	2.4	1.1	5.8	4.01	1.760	0.029	0.005	1.043	0.027	0.005	4.05
07.30.	27.2	7.4	7.2	1.6	1.7	3.8	4.56	1.513	0.054	0.024	0.908	0.042	0.022	2.23
08.08.	26.3	7.9	7.0	0.3	1.2	5.0	4.49	1.513	0.002	0.012	0.889	0.023	0.015	3.14

<표 2-23> 하천수질조사표 - 갑천 (유등천 말단)

조사일시	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Chl-a (µg/L)
2013.10.21.	20.0	7.9	8.7	5.7	2.3	3.2	0.00	1.971	0.000	0.030	1.808	0.055	0.003	6.98
10.29.	14.9	7.5	9.6	2.4	2.0	3.6	0.00	1.751	0.000	0.024	1.567	0.041	0.000	5.15
11.06.	14.0	7.8	10.5	2.8	1.7	2.8	1.07	1.726	0.016	0.015	1.050	0.057	0.002	3.16
11.14.	9.5	7.2	10.4	0.2	1.0	3.0	1.96	1.924	0.084	0.061	1.639	0.055	0.021	4.06
11.22.	6.6	7.8	9.1	2.2	0.7	1.6	2.19	2.031	0.098	0.049	1.732	0.015	0.000	3.63
12.02.	7.1	7.8	8.9	2.6	1.5	2.4	2.39	2.155	0.007	0.015	1.632	0.032	0.007	2.06
12.10.	7.0	8.0	8.4	8.0	4.0	9.5	4.10	4.232	0.028	0.064	3.829	0.266	0.007	4.51
12.18.	6.5	7.9	8.6	2.0	1.3	3.2	1.27	2.573	0.000	0.027	1.805	0.028	0.000	2.10
12.26.	5.4	8.0	8.9	2.1	1.7	4.1	2.50	2.950	0.002	0.036	1.703	0.068	0.021	3.67
2014.01.06.	3.2	7.9	8.3	2.2	2.2	3.5	2.13	3.306	0.128	0.029	2.645	0.059	0.005	2.89
01.14.	3.5	7.9	8.0	1.1	1.9	3.0	1.80	1.514	0.013	0.015	1.298	0.042	0.000	1.68
01.22.	5.8	8.2	10.8	2.2	2.0	3.5	1.53	1.710	0.013	0.015	1.013	0.018	0.003	1.15
02.03.	5.2	8.0	10.4	2.7	1.7	3.4	2.52	2.243	0.007	0.145	1.870	0.058	0.000	1.02
02.11.	4.4	8.2	10.7	2.6	2.1	4.0	5.11	2.104	0.005	0.013	1.373	0.030	0.005	4.03
02.19.	6.1	8.0	9.4	0.3	1.3	3.1	1.67	1.115	0.008	0.013	0.685	0.015	0.003	3.18
02.27.	10.6	8.2	9.1	2.3	1.7	2.5	1.94	2.113	0.005	0.027	1.253	0.039	0.003	1.06
03.07.	9.4	8.1	10.3	2.0	2.1	3.4	1.55	1.543	0.014	0.011	1.031	0.054	0.003	3.71
03.17.	13.4	7.8	9.1	2.0	1.8	3.0	2.53	2.490	0.004	0.034	1.553	0.060	0.000	0.90
03.25.	14.5	8.4	10.5	3.1	1.8	4.2	2.57	2.398	0.005	0.036	1.588	0.054	0.004	1.67
04.02.	15.0	8.3	9.5	3.0	2.0	5.1	1.85	2.195	0.006	0.037	1.438	0.052	0.002	1.16
04.10.	17.2	8.3	9.2	3.2	1.8	4.0	1.55	2.349	0.008	0.030	1.539	0.032	0.002	1.24
04.18.	17.5	7.8	7.5	4.0	1.4	3.7	4.77	2.237	0.007	0.037	1.354	0.033	0.003	1.74
05.07.	21.0	8.4	12.4	5.7	2.5	4.6	1.64	2.682	0.007	0.092	1.643	0.056	0.017	1.02
05.15.	23.0	7.8	9.5	6.4	2.6	5.0	4.01	1.951	0.002	0.042	1.226	0.094	0.016	1.33
05.23.	24.2	7.9	7.3	5.0	1.9	3.8	3.83	2.532	0.006	0.132	1.654	0.062	0.010	1.84
06.02.	23.8	7.3	5.6	4.2	3.5	7.8	5.03	1.350	0.006	0.051	0.866	0.096	0.019	3.78
06.10.	25.0	7.2	3.0	5.6	2.2	10.1	9.03	4.725	0.008	0.089	3.109	0.136	0.087	1.05
06.18.	24.1	7.0	6.1	4.2	1.6	8.7	5.78	0.936	0.000	0.078	0.477	0.104	0.034	0.60
07.04.	25.5	7.4	4.7	2.3	2.2	5.6	4.07	1.881	0.003	0.075	1.218	0.100	0.063	0.32
07.14.	27.1	8.1	7.4	1.5	1.5	7.6	5.01	1.180	0.009	0.041	0.654	0.070	0.011	2.69
07.22.	29.4	8.7	10.4	0.9	1.9	9.1	4.00	1.373	0.014	0.042	0.813	0.093	0.014	1.56
07.30.	29.5	8.6	8.8	1.0	2.9	8.0	7.89	2.605	0.000	0.140	2.163	0.213	0.117	0.62
08.08.	26.3	8.1	9.0	0.7	1.2	5.5	5.27	2.413	0.032	0.061	2.048	0.044	0.012	1.05

제3절 유량 모니터링 결과

대전광역시 수질오염총량제에서 할당된 주요 할당시설 및 주요 하천지점에 대하여 다음의 <표 2-24>~<표 2-35>과 같이 유량 모니터링을 하였다.⁸⁾

1) 환경기초시설

대전하수처리장 및 대덕산단환경사업소의 유량은 자체 TMS에 의하여 측정되는 유량자료를 사용하였다. 전체적으로 일부 시기를 제외하고는 큰 편차 없이 일정한 유량을 나타내고 있다. 이는 꾸준한 하수관거정비사업에 의하여 하수의 누수 및 하천수·지하수의 유입에 의한 외적인 요인이 줄어들었기 때문이라 할 수 있다. 반면 아직도 여름철 집중 강우시에는 많은 빗물이 하수처리장에 유입하여 일부는 처리되지 않고 공공수역에 방류되고 있는 상황이다. 이에 대전광역시에서는 우수토실 및 하수처리장 입구에 대규모 저류 설치, 도심 내 침투시설 설치, 빗물 재사용시설 설치 등의 계획으로, 처리되지 않고 배출되는 오수가 최소한이 될 수 있는 계획을 적극적으로 수립할 필요가 있다.

2) 하천지류

대전광역시의 갑천 유량 특성을 보면 갑천 말단의 약 65%가 대전하수처리장, 5%가 대덕산단환경사업소에 의한 유량이며, 나머지가 각 지천에서 합류한 유량이라 할 수 있다. 이는 도심의 구축에 있어서 불투수층이 증가함에 따른 지하수 함양량이 적어졌기 때문인데, 이를 극복하기 위해서는 도심 내 침투시설을 증가시키거나 물이 풍부한 곳에서 부족한 곳으로의 물의 순환으로 건전화 된 하천의 유량을 풍부하게 할 수 있을 것이다.

8) 대전발전연구원, 대전광역시 유역환경조사 및 주요지점 유량조사, 2014

<표 2-24> 유량조사결과 - 갑천 (봉곡2교)

조사일시	조사 방식	대전하수처리장1.2 방류구 유량(CMS)	대전하수처리장3 방류구 유량(CMS)	대전하수처리장4 방류구 유량(CMS)	대덕산단환경사업소 유량(CMS)
2013.10.21.	대전하수 처리장 1-4 방류구 및 대덕산단 환경사업소 방류구 TMS 유량 자료	2.042	2.032	2.069	0.572
10.29.		2.323	1.883	2.017	0.635
11.06.		1.510	2.042	2.267	0.587
11.14.		1.905	2.122	2.265	0.567
11.22.		1.805	2.122	2.251	0.577
12.02.		1.596	1.975	2.618	0.571
12.10.		1.914	1.805	2.533	0.585
12.18.		2.212	1.851	2.049	0.586
12.26.		2.018	1.841	1.985	0.572
2014.01.06.		2.038	1.742	2.051	0.523
01.14.		2.161	1.429	2.277	0.574
01.22.		1.835	1.916	1.782	0.591
02.03.		1.756	1.727	2.494	0.573
02.11.		1.757	1.914	2.065	0.618
02.19.		1.775	1.772	2.255	0.572
02.27.		1.762	1.801	2.212	0.598
03.07.		1.781	1.709	2.188	0.552
03.17.		2.200	1.623	2.381	0.565
03.25.		2.578	2.477	3.170	0.569
04.02.		2.138	1.742	2.289	0.577
04.10.		2.025	1.904	2.108	0.587
04.18.	2.360	1.692	1.993	0.572	
05.07.	1.826	1.884	2.386	0.559	
05.15.	2.033	1.734	2.210	0.550	
05.23.	2.181	1.699	2.223	0.592	
06.02.	2.181	1.699	2.223	0.591	
06.10.	2.181	1.699	2.223	0.592	
06.18.	2.181	1.699	2.223	0.592	
07.04.	2.181	1.699	2.223	0.592	
07.14.	2.181	1.699	2.223	0.592	
07.22.	2.181	1.699	2.223	0.592	
07.30.	2.181	1.699	2.223	0.592	
08.08.	2.181	1.699	2.223	0.592	

<표 2-25> 유량조사결과 - 갑천 (봉곡2교)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		19.0	0.20	0.062	0.267
11.06.		20.0	0.18	0.075	0.282
11.14.		19.5	0.22	0.062	0.301
11.22.		19.4	0.21	0.081	0.382
12.02.		21.7	0.22	0.134	0.821
12.10.		22.0	0.24	0.152	0.927
12.18.		22.0	0.22	0.113	0.680
12.26.		22.0	0.20	0.084	0.468
2014.01.06.		19.0	0.21	0.036	0.134
01.14.		20.0	0.15	0.043	0.189
01.22.		20.0	0.15	0.042	0.196
02.03.		20.0	0.17	0.063	0.274
02.11.		20.0	0.16	0.059	0.265
02.19.		20.0	0.15	0.039	0.174
02.27.		20.0	0.14	0.031	0.137
03.07.		19.7	0.14	0.036	0.143
03.17.		22.0	0.25	0.140	0.865
03.25.		21.0	0.20	0.089	0.480
04.02.		23.0	0.25	0.216	1.575
04.10.		21.0	0.19	0.089	0.469
04.18.		22.6	0.17	0.084	0.518
05.07.		22.0	0.2	0.101	0.699
05.15.		20.0	0.21	0.100	0.550
05.23.		23.0	0.42	0.037	0.510
06.02.		22.0	0.31	0.051	0.485
06.10.		19.6	0.16	0.035	0.181
06.18.		21.7	0.22	0.118	0.611
07.04.		20.0	0.20	0.131	0.657
07.14.		22.8	0.32	0.272	2.167
07.22.		20.0	0.19	0.065	0.374
07.30.	20.5	0.18	0.067	0.344	
08.08.	20.0	0.17	0.051	0.250	

<표 2-26> 유량조사결과 - 갑천 (가수원교)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		20.4	0.11	0.708	0.862
11.06.		29.3	0.07	0.627	1.385
11.14.		29.3	0.08	0.648	1.561
11.22.		29.3	0.11	0.564	1.712
12.02.		29.3	0.08	0.546	1.727
12.10.		103.3	0.03	0.679	2.325
12.18.		29.3	0.08	0.562	1.568
12.26.		29.3	0.06	0.416	1.195
2014.01.06.		29.3	0.05	0.364	0.707
01.14.		29.3	0.07	0.343	0.779
01.22.		29.3	0.08	0.354	0.897
02.03.		29.3	0.06	0.400	0.841
02.11.		29.3	0.06	0.555	0.809
02.19.		29.3	0.08	0.373	0.935
02.27.		29.3	0.07	0.389	0.790
03.07.		13.4	0.07	0.613	0.547
03.17.		29.3	0.08	0.611	1.589
03.25.		29.3	0.06	0.489	0.956
04.02.		104.3	0.05	0.581	2.474
04.10.		29.3	0.09	0.550	1.602
04.18.		29.3	0.09	0.748	1.776
05.07.		29.3	0.07	0.563	1.494
05.15.		29.3	0.09	0.526	1.632
05.23.		23.3	0.11	0.521	1.475
06.02.		29.3	0.08	0.469	1.280
06.10.		29.3	0.04	0.495	1.073
06.18.		32.2	0.08	0.669	1.532
07.04.		29.3	0.09	0.547	1.424
07.14.		112.0	0.04	0.769	4.330
07.22.		29.3	0.07	0.568	1.158
07.30.	29.3	0.08	0.573	1.471	
08.08.	29.3	0.07	0.547	1.396	

<표 2-27> 유량조사결과 - 갑천 (둔산대교)

조사일시	조사방식	가수원교 유량(m ³ /s) 2지점	신흥교 유량(m ³ /s) 7지점	어은교 유량(m ³ /s) 8지점	탄동천말단 유량(m ³ /s) 9지점	둔산대교 유량(m ³ /s) 2+7+8+9합 계
2013.10.21.		-	-	-	-	-
10.29.		0.862	0.115	0.148	-	1.125
11.06.		1.385	0.082	0.073	0.229	1.769
11.14.		1.561	0.397	0.370	0.164	2.492
11.22.		1.712	0.485	0.450	0.159	2.806
12.02.		1.727	0.264	0.291	0.196	2.478
12.10.		2.325	0.940	0.368	0.482	4.115
12.18.		1.568	0.166	0.157	0.168	2.059
12.26.		1.195	-	0.115	0.192	1.502
2014.01.06.		0.707	0.075	0.068	0.174	1.024
01.14.		0.779	0.068	0.060	0.185	1.092
01.22.		0.897	0.071	0.064	0.232	1.264
02.03.		0.841	0.072	0.068	0.216	1.197
02.11.		0.809	0.098	0.056	0.164	1.127
02.19.	상류	0.935	0.088	0.062	0.226	1.311
02.27.	측정	0.790	0.086	0.064	0.204	1.144
03.07.	지점별	0.547	0.071	0.098	0.219	0.935
03.17.	유량	1.589	0.093	0.068	0.305	2.055
03.25.	합산	0.956	0.083	0.062	0.247	1.348
04.02.		2.474	0.120	0.200	0.390	3.184
04.10.		1.602	0.073	0.054	0.238	1.967
04.18.		1.776	0.227	0.009	0.389	2.401
05.07.		1.494	0.400	0.114	0.264	2.272
05.15.		1.632	0.219	0.059	0.332	2.242
05.23.		1.475	0.209	0.057	0.204	1.945
06.02.		1.280	0.101	0.061	0.216	1.658
06.10.		1.073	0.106	0.071	0.281	1.531
06.18.		1.532	0.352	0.185	0.352	2.421
07.04.		1.424	0.109	0.073	0.257	1.863
07.14.		4.330	0.600	0.153	0.650	5.733
07.22.		1.158	0.209	0.142	0.210	1.719
07.30.		1.471	0.202	0.131	0.214	2.018
08.08.		1.396	0.190	0.125	0.199	1.910

<표 2-28> 유량조사결과 - 갑천 (원촌교)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		49.0	0.24	0.180	2.007
11.06.		49.0	0.23	0.309	3.116
11.14.		49.0	0.26	0.349	4.110
11.22.		49.0	0.36	0.238	4.378
12.02.		49.0	0.29	0.313	4.728
12.10.		50.5	0.33	0.384	7.110
12.18.		50.5	0.29	0.319	4.479
12.26.		50.0	0.26	0.224	2.773
2014.01.06.		46.0	0.24	0.216	2.279
01.14.		49.0	0.23	0.219	2.412
01.22.		49.0	0.23	0.229	2.447
02.03.		46.0	0.24	0.204	2.130
02.11.		49.0	0.22	0.205	1.942
02.19.		46.0	0.22	0.180	1.764
02.27.		46.0	0.20	0.189	1.530
03.07.		49.0	0.22	0.205	1.773
03.17.		49.0	0.36	0.241	4.114
03.25.		46.0	0.24	0.334	3.516
04.02.		49.0	0.35	0.327	5.486
04.10.		46.0	0.24	0.345	3.373
04.18.		50.5	0.27	0.322	3.993
05.07.		49.0	0.26	0.306	4.193
05.15.		50.0	0.27	0.334	4.272
05.23.		49.0	0.24	0.260	2.964
06.02.		50.0	0.25	0.230	2.787
06.10.		50.0	0.30	0.228	3.252
06.18.		50.5	0.31	0.305	4.734
07.04.		50.0	0.23	0.305	3.312
07.14.		94.0	0.37	0.450	12.775
07.22.		50.5	0.28	0.214	2.574
07.30.	50.0	0.21	0.229	2.452	
08.08.	50.0	0.20	0.136	1.424	

<표 2-29> 유량조사결과 - 갑천 (신구교-관평천 합류 후)

조사일시	조사방식	원촌교 유량(m ³ /s) 4지점	관평천말단 유량(m ³ /s) 10지점	대전처리장 1.2유량 (m ³ /s) 12-1지점	대전처리장 3유량(m ³ /s) 12-2지점	대전처리장 4유량(m ³ /s) 12-3지점	신구교유량 (m ³ /s) 4+10+12-1~ 3합계
2013.10.21.		-	-	2.042	2.032	2.069	6.143
10.29.		2.007	0.044	2.323	1.883	2.017	8.273
11.06.		3.116	0.054	1.510	2.042	2.267	8.990
11.14.		4.110	0.112	1.905	2.122	2.265	10.515
11.22.		4.378	0.143	1.805	2.122	2.251	10.699
12.02.		4.728	0.072	1.596	1.975	2.618	10.989
12.10.		7.110	0.089	1.914	1.805	2.533	13.451
12.18.		4.479	0.078	2.212	1.851	2.049	10.669
12.26.		2.773	0.069	2.018	1.841	1.985	8.686
2014.01.06.		2.279	0.060	2.038	1.742	2.051	8.171
01.14.		2.412	0.054	2.161	1.429	2.277	8.333
01.22.	상류	2.447	0.057	1.835	1.916	1.782	8.038
02.03.	측정	2.130	0.063	1.756	1.727	2.494	8.170
02.11.	지점별	1.942	0.044	1.757	1.914	2.065	7.722
02.19.	유량	1.764	0.042	1.775	1.772	2.255	7.608
02.27.	및 대전하수	1.530	0.040	1.762	1.801	2.212	7.345
03.07.	처리장 1~4	1.773	0.055	1.781	1.709	2.188	7.506
03.17.	방류구 TMS	4.114	0.045	2.200	1.623	2.381	10.364
03.25.	유량	3.516	0.040	2.578	2.477	3.170	11.780
04.02.	자료	5.486	0.054	2.138	1.742	2.289	11.709
04.10.	합산	3.373	0.040	2.025	1.904	2.108	9.450
04.18.		3.993	0.051	2.360	1.692	1.993	10.089
05.07.		4.193	0.015	1.826	1.884	2.386	10.303
05.15.		4.272	0.035	2.033	1.734	2.210	10.284
05.23.		2.964	0.024	2.181	1.699	2.223	9.091
06.02.		2.787	0.040	2.181	1.699	2.223	8.930
06.10.		3.252	0.043	2.181	1.699	2.223	9.398
06.18.		4.734	0.038	2.181	1.699	2.223	10.875
07.04.		3.312	0.039	2.181	1.699	2.223	9.454
07.14.		12.775	0.044	2.181	1.699	2.223	18.922
07.22.		2.574	0.015	2.181	1.699	2.223	8.692
07.30.		2.452	0.017	2.181	1.699	2.223	8.572
08.08.		1.424	0.012	2.181	1.699	2.223	7.539

<표 2-30> 유량조사결과 - 갑천 (두계보-두계천 말단)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		3.6	0.15	0.984	0.532
11.06.		3.6	0.14	0.970	0.500
11.14.		3.6	0.03	0.915	0.096
11.22.		43.6	0.10	0.928	1.147
12.02.		4.6	0.15	1.172	0.855
12.10.		43.6	0.14	0.839	1.357
12.18.		4.6	0.14	1.093	0.789
12.26.		4.6	0.12	0.948	0.627
2014.01.06.		3.6	0.13	1.067	0.514
01.14.		3.6	0.09	1.051	0.336
01.22.		3.6	0.12	1.068	0.468
02.03.		3.6	0.14	1.067	0.551
02.11.		3.6	0.13	1.077	0.503
02.19.		3.6	0.12	0.991	0.436
02.27.		3.6	0.10	0.882	0.333
03.07.		3.6	0.11	0.952	0.381
03.17.		4.6	0.13	0.982	0.678
03.25.		3.6	0.13	0.998	0.457
04.02.		4.6	0.12	0.927	0.622
04.10.		3.6	0.16	1.164	0.653
04.18.		4.6	0.15	1.195	0.868
05.07.		3.6	0.11	1.027	0.417
05.15.		4.6	0.12	0.930	0.652
05.23.		4.6	0.09	0.871	0.449
06.02.		4.6	0.10	1.027	0.583
06.10.		4.6	0.09	0.781	0.435
06.18.		3.6	0.14	1.142	0.566
07.04.		3.6	0.13	1.093	0.523
07.14.		73.6	0.16	0.770	1.577
07.22.		3.6	0.12	1.023	0.458
07.30.		4.6	0.14	1.128	0.825
08.08.	4.6	0.16	1.142	0.897	

<표 2-31> 유량조사결과 - 진잠천 말단 (신흥교)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		12.0	0.06	0.123	0.115
11.06.		2.0	0.13	0.316	0.082
11.14.		2.0	0.34	0.589	0.397
11.22.		2.0	0.25	0.945	0.485
12.02.		2.0	0.18	0.743	0.264
12.10.		2.0	0.49	0.962	0.940
12.18.		2.0	0.16	0.412	0.166
12.26.		-	-	-	-
2014.01.06.		2.0	0.11	0.275	0.075
01.14.		2.0	0.10	0.261	0.068
01.22.		2.0	0.12	0.292	0.071
02.03.		2.0	0.12	0.295	0.072
02.11.		2.0	0.13	0.370	0.098
02.19.		2.0	0.13	0.351	0.088
02.27.		2.0	0.12	0.344	0.086
03.07.		2.0	0.11	0.343	0.071
03.17.		2.0	0.13	0.362	0.093
03.25.		2.0	0.12	0.325	0.083
04.02.		2.0	0.12	0.474	0.120
04.10.		2.0	0.11	0.318	0.073
04.18.		2.0	0.14	0.497	0.227
05.07.		2.0	0.18	0.654	0.400
05.15.		2.0	0.16	0.619	0.219
05.23.		2.0	0.16	0.652	0.209
06.02.		2.0	0.14	0.385	0.101
06.10.		2.0	0.15	0.400	0.106
06.18.		2.0	0.20	0.910	0.352
07.04.		2.0	0.15	0.410	0.109
07.14.		3.0	0.19	0.813	0.600
07.22.		2.0	0.13	0.493	0.209
07.30.		2.0	0.12	0.517	0.202
08.08.	2.0	0.12	0.493	0.190	

<표 2-32> 유량조사결과 - 유성천 말단 (어은교)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		17.8	0.20	0.023	0.148
11.06.		18.0	0.19	0.012	0.073
11.14.		17.8	0.44	0.027	0.370
11.22.		18.0	0.26	0.072	0.450
12.02.		18.0	0.41	0.040	0.291
12.10.		18.0	0.37	0.055	0.368
12.18.		18.0	0.23	0.032	0.157
12.26.		18.0	0.20	0.024	0.115
2014.01.06.		18.0	0.17	0.020	0.068
01.14.		18.0	0.16	0.019	0.060
01.22.		18.0	0.17	0.020	0.064
02.03.		18.0	0.17	0.021	0.068
02.11.		18.0	0.18	0.010	0.056
02.19.		18.0	0.18	0.018	0.062
02.27.		18.0	0.18	0.018	0.064
03.07.		18.0	0.18	0.016	0.098
03.17.		18.0	0.19	0.019	0.068
03.25.		18.0	0.17	0.018	0.062
04.02.		18.0	0.23	0.031	0.200
04.10.		18.0	0.17	0.017	0.054
04.18.		18.0	0.20	0.002	0.009
05.07.		18.0	0.19	0.021	0.114
05.15.		18.0	0.18	0.010	0.059
05.23.		18.0	0.16	0.011	0.057
06.02.		18.0	0.20	0.010	0.061
06.10.		18.0	0.19	0.020	0.071
06.18.		18.0	0.22	0.026	0.185
07.04.		18.0	0.20	0.020	0.073
07.14.		18.0	0.39	0.014	0.153
07.22.		18.0	0.17	0.027	0.142
07.30.	18.0	0.18	0.025	0.131	
08.08.	18.0	0.17	0.024	0.125	

<표 2-33> 유량조사결과 - 갑천 (탄동천 말단)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		-	-	-	-
11.06.		30.0	0.93	0.008	0.229
11.14.		30.0	0.93	0.006	0.164
11.22.		30.0	0.93	0.006	0.159
12.02.		30.0	0.97	0.007	0.196
12.10.		30.0	1.33	0.012	0.482
12.18.		30.0	0.93	0.006	0.168
12.26.		30.0	0.97	0.007	0.192
2014.01.06.		30.0	0.93	0.006	0.174
01.14.		30.0	0.93	0.007	0.185
01.22.		30.0	0.97	0.008	0.232
02.03.		30.0	0.97	0.007	0.216
02.11.		30.0	0.93	0.006	0.164
02.19.		30.0	0.97	0.008	0.226
02.27.		30.0	0.95	0.007	0.204
03.07.		30.0	0.97	0.008	0.219
03.17.		30.0	1.10	0.009	0.305
03.25.		30.0	1.00	0.008	0.247
04.02.		30.0	1.33	0.010	0.390
04.10.		30.0	0.97	0.008	0.238
04.18.		30.0	1.33	0.010	0.389
05.07.		30.0	1.02	0.009	0.264
05.15.		30.0	1.12	0.010	0.332
05.23.		30.0	0.97	0.007	0.204
06.02.		30.0	0.97	0.007	0.216
06.10.		30.0	1.07	0.009	0.281
06.18.		30.0	1.27	0.009	0.352
07.04.		30.0	1.02	0.008	0.257
07.14.		30.0	1.73	0.013	0.650
07.22.		30.0	0.97	0.007	0.210
07.30.		30.0	0.97	0.007	0.214
08.08.	30.0	0.97	0.007	0.199	

<표 2-34> 유량조사결과 - 갑천 (관평천 말단)

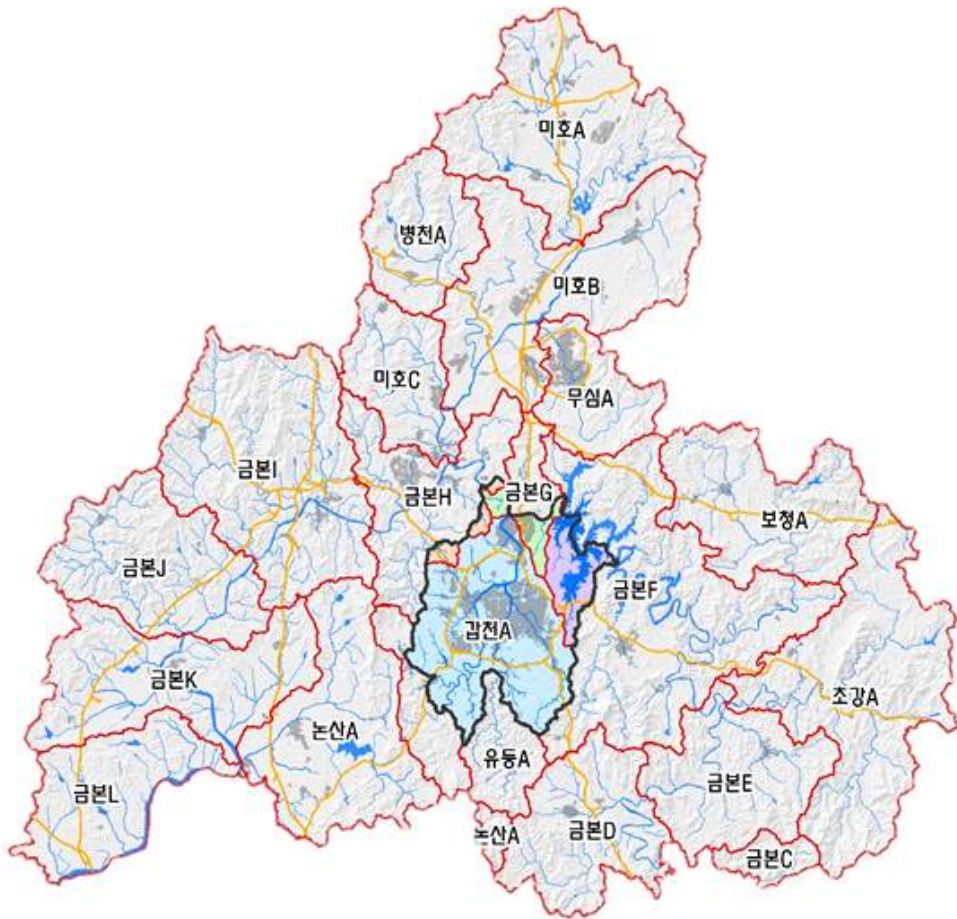
조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		2.1	0.09	0.383	0.044
11.06.		2.1	0.13	0.371	0.054
11.14.		2.1	0.25	0.412	0.112
11.22.		2.2	0.28	0.407	0.143
12.02.		2.1	0.07	0.492	0.072
12.10.		2.3	0.09	0.452	0.089
12.18.		2.1	0.07	0.504	0.078
12.26.		2.1	0.07	0.473	0.069
2014.01.06.		2.1	0.06	0.442	0.060
01.14.		2.1	0.06	0.418	0.054
01.22.		2.1	0.06	0.430	0.057
02.03.		2.1	0.06	0.455	0.063
02.11.		2.1	0.08	0.317	0.044
02.19.		2.1	0.08	0.301	0.042
02.27.		2.1	0.08	0.292	0.040
03.07.		2.1	0.09	0.311	0.055
03.17.		2.1	0.08	0.311	0.045
03.25.		2.1	0.07	0.279	0.040
04.02.		2.1	0.07	0.354	0.054
04.10.		2.1	0.07	0.273	0.040
04.18.		2.1	0.07	0.380	0.051
05.07.		2.1	0.04	0.101	0.015
05.15.		2.1	0.12	0.141	0.035
05.23.		2.1	0.12	0.098	0.024
06.02.		2.1	0.07	0.265	0.040
06.10.		2.1	0.08	0.295	0.043
06.18.		2.1	0.17	0.121	0.038
07.04.		2.1	0.07	0.286	0.039
07.14.		2.3	0.07	0.233	0.044
07.22.		2.1	0.03	0.158	0.015
07.30.	2.1	0.03	0.162	0.017	
08.08.	2.1	0.03	0.150	0.012	

<표 2-35> 유량조사결과 - 갑천 (유등천 말단)

조사일시	조사방식	수폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)
2013.10.21.	유속단면적법	-	-	-	-
10.29.		26.5	0.06	0.597	0.988
11.06.		14.2	0.12	0.827	1.455
11.14.		26.5	0.15	0.402	1.770
11.22.		14.2	0.13	0.801	1.691
12.02.		26.5	0.18	0.468	2.408
12.10.		18.0	0.19	0.573	2.914
12.18.		18.0	0.21	0.478	2.560
12.26.		18.0	0.13	0.333	1.195
2014.01.06.		18.0	0.15	0.397	1.441
01.14.		14.2	0.12	0.683	1.312
01.22.		14.2	0.11	0.607	1.041
02.03.		18.0	0.12	0.287	0.955
02.11.		18.0	0.12	0.288	0.928
02.19.		18.0	0.09	0.293	0.662
02.27.		18.0	0.09	0.244	0.528
03.07.		18.0	0.08	0.490	0.869
03.17.		18.0	0.21	0.518	2.803
03.25.		18.0	0.17	0.468	2.046
04.02.		14.2	0.23	0.723	2.385
04.10.		18.0	0.16	0.358	1.413
04.18.		14.2	0.14	0.818	1.699
05.07.		18.0	0.20	0.395	2.086
05.15.		18.0	0.17	0.511	2.509
05.23.		18.0	0.11	0.403	1.114
06.02.		18.0	0.17	0.379	1.152
06.10.		18.0	0.11	0.348	1.088
06.18.		18.0	0.14	0.408	1.598
07.04.		18.0	0.08	0.499	1.046
07.14.		14.2	0.25	1.459	5.147
07.22.		18.0	0.14	0.403	1.597
07.30.		18.0	0.11	0.411	1.258
08.08.	18.0	0.08	0.217	0.452	

제3절 주요 목표지점 모니터링 결과

대전광역시 갑천A 지점 및 인접한 금강수계 주요지점의 2011~2014년 수질 모니터링 자료는 환경부의 수질유량측정망시스템⁹⁾을 이용하였다.



<그림 2-3> 금강수계 대전, 충남, 충북 단위유역도

9) 수질유량측정망시스템, 환경부, <http://water.nier.go.kr>
: 각 목표지점은 해당하는 단위유역의 최 하류지점임

제 3 장

TOC 활용을 위한 기타 오염물질 및 단위유역별 특성 검토

제1절 단위유역별 모니터링 결과 검토

제2절 환경기초시설별 모니터링 결과 검토

제3절 지점별 TOC 특성의 상관관계

제3장 TOC 활용을 위한 기타 오염물질 및 단위유역별 특성 검토

제1절 단위유역별 모니터링 결과 검토

금강수계에서 단위유역은 금강본류 단위유역 및 금강지류 독립단위유역으로 분류할 수 있다.¹⁰⁾

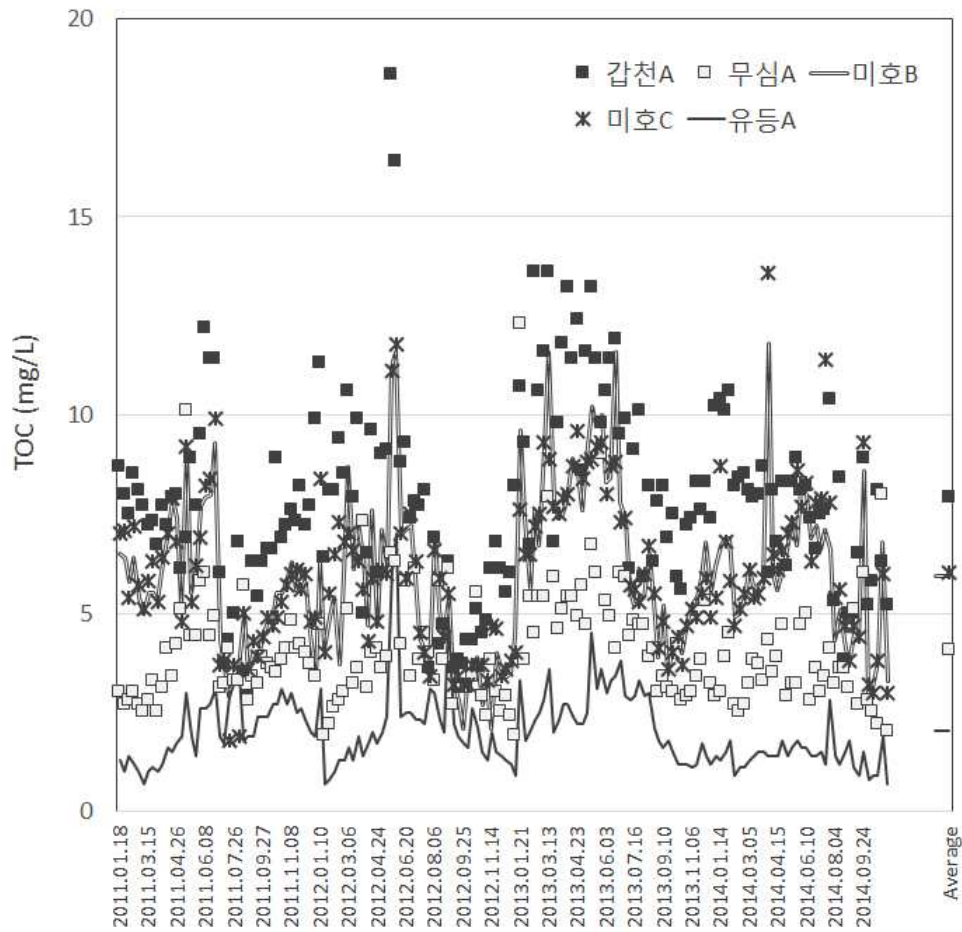
금강본류 단위유역의 특징은 금강을 중심으로 이루어져 있으며, 상류 단위유역의 수질 및 유량의 특성이 누적되어 하류의 특성이 도출되게 된다. 금강수계의 경우 금본K 단위유역을 예측할 수 있는 최말단 단위유역으로 보고 있는데, 금본A~금본J의 금강본류 및 갑천A, 유등A, 미호A~미호C, 논산A 등의 독립단위유역의 특성이 누적되게 된다. 이에, 금강유역의 경우 금본F까지는 오염의 유입이 크지 않았지만, 대전시, 청주시, 세종시가 입지한 후의 금본H에 많은 오염물질의 유입이 이루어진다는 것이다.

금강지류 독립단위유역은 대전광역시의 갑천A 및 청주시의 미호B가 금강의 특성에 가장 영향을 많이 미치는 단위유역이라 할 수 있다. 금강본류 단위유역과의 차이점은 일부를 제외하고는 상류에 단위유역이 존재하지 않아 타 단위유역의 특성과는 상관없이 독립적인 특성을 가진다는 것이다. 반면에, 갑천A 및 미호C가 유입되는 금본G 및 금본H에서 모든 오염물질의 유입이 급증하여 수질이 악화되는 원인이 되고 있다.

반면, 이러한 오염물질의 특성이 지금까지의 BOD 기여율과는 다른 TOC 특성을 나타낼 것이다. 이에 본 모니터링에서는 다음과 같이 지류 및 단위유역별 BOD 및 TOC 비율을 검토하고, 이에 따라 BOD와 정비례하지 않는 TOC의 적정 목표수질을 산정 근거를 제시하고 있다.

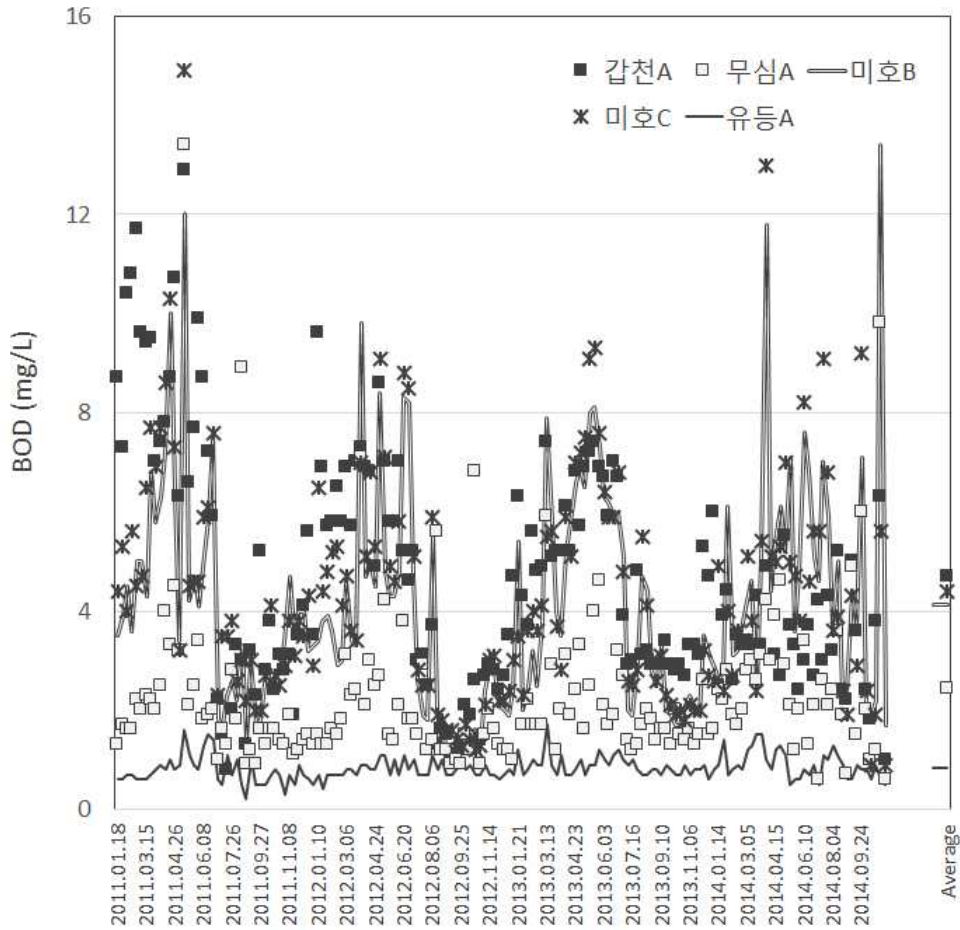
10) 이재근, 금강유역의 특성과 할당부하량 비교 연구, 2014

3.1.1 독립단위유역에서의 모니터링



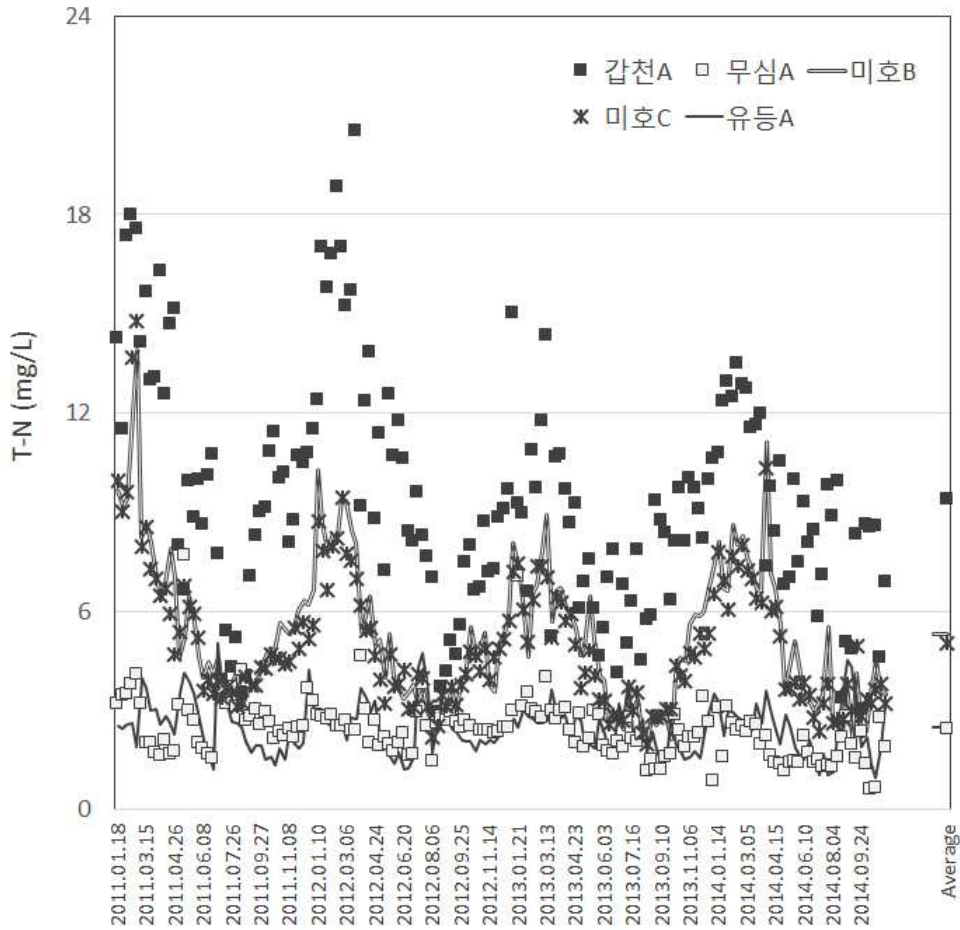
<그림 3-1> 대전광역시 인근 지류의 TOC 농도 변화(2011~2014년)

본 연구 모니터링의 가장 중심이 되는 TOC의 평균값을 보면 갑천A 7.9 mg/L, 무심A 4.1 mg/L, 미호B 5.9 mg/L, 미호C 6.0 mg/L 및 유등A 2.0 mg/L으로 나타났다. 대규모 하수처리시설이 있는 갑천A 및 미호B에서 타 단위 유역보다 높은 수질을 보이고 있으며, 하수처리 효율에 많이 좌우되는 특성에 의하여 수질의 변화 폭도 큰 것으로 나타났다.



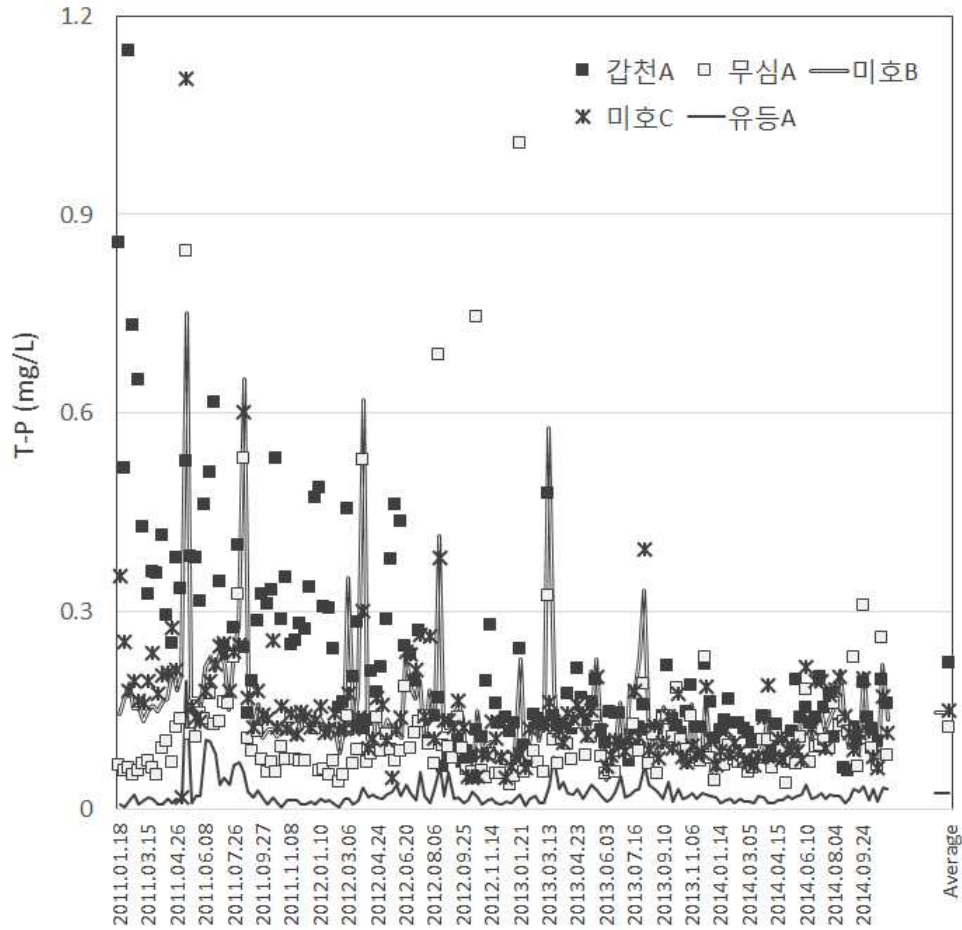
<그림 3-2> 대전광역시 인근 지류의 BOD 농도 변화(2011~2014년)

현재 수질오염총량제의 관리대상물질인 BOD의 평균값을 보면 갑천A 4.7 mg/L, 무심A 2.4 mg/L, 미호B 4.1 mg/L, 미호C 4.4 mg/L 및 유등A 0.8 mg/L으로 나타났다. 하수처리시설이 있는 단위유역의 경우 계절별로 BOD 농도의 편차가 있었는데, 이는 매해 상반기에 미생물의 활성도가 낮아 처리효율이 낮아졌기 때문이다.



<그림 3-3> 대전광역시 인근 지류의 T-N 농도 변화(2011~2014년)

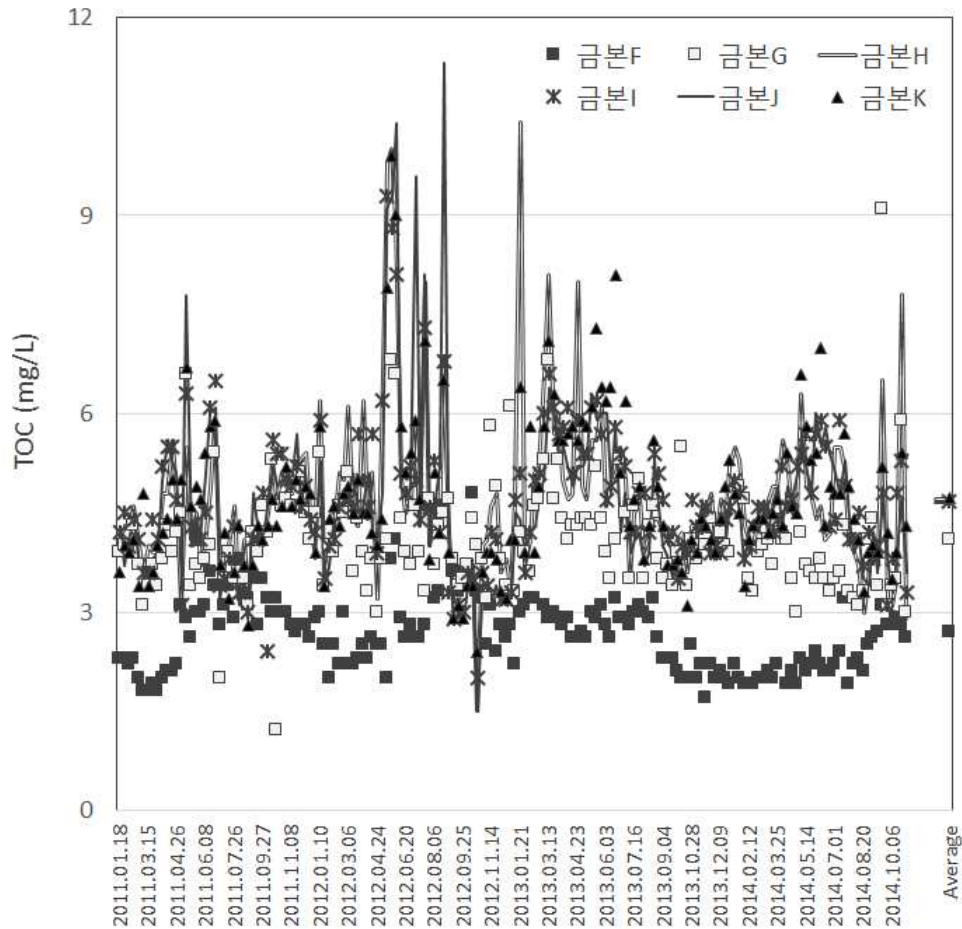
BOD와 더불어 주요 오염관리물질인 T-N의 평균값을 보면 갑천A 9.39 mg/L, 무심A 2.44 mg/L, 미호B 5.30 mg/L, 미호C 5.01 mg/L 및 유등A 2.46 mg/L으로 나타났다. 하수처리시설이 있는 단위유역의 경우 계절별로 T-N 농도의 편차가 있었는데, 그 특성은 BOD보다도 명확했으며 이는 유기물분해 미생물보다 질산화미생물의 활성도가 수온에 더 민감하기 때문이다.



<그림 3-4> 대전광역시 인근 지류의 T-P 농도 변화(2011~2014년)

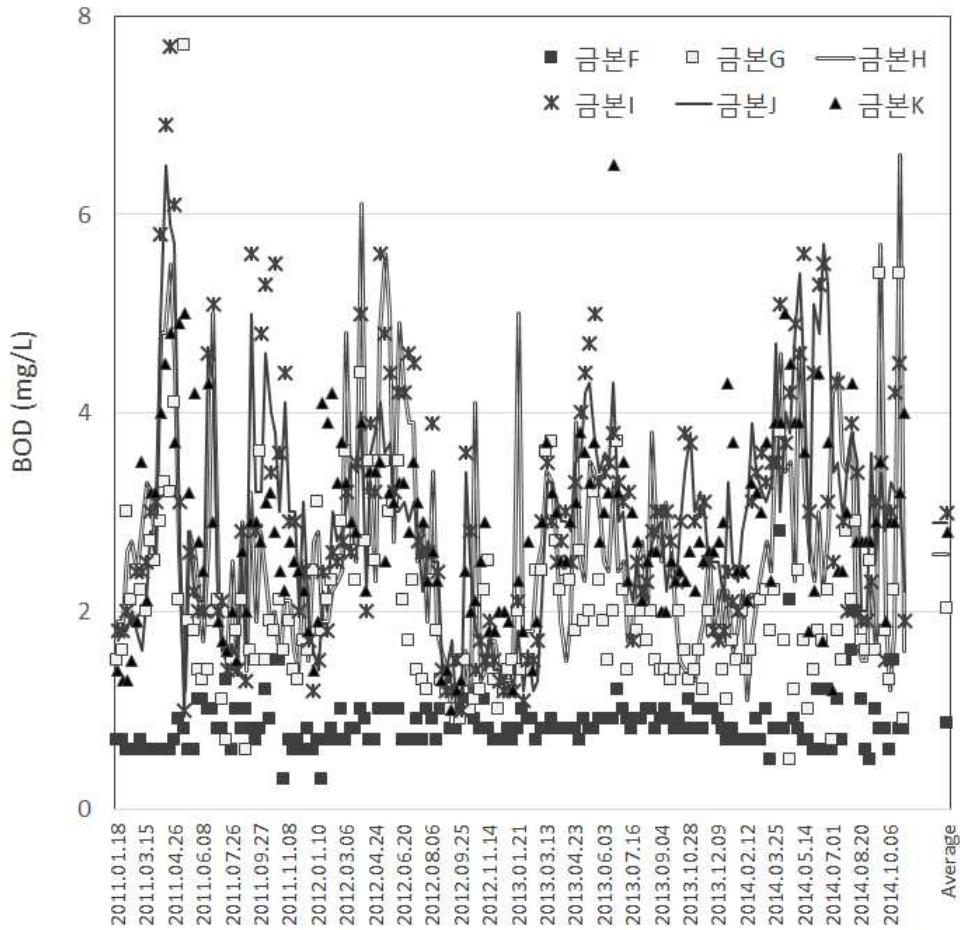
평균값을 보면 갑천A 0.221 mg/L, 무심A 0.123 mg/L, 미호B 0.147 mg/L, 미호C 0.149 mg/L 및 유등A 0.024 mg/L으로 나타났다. 2011년 및 2012년의 T-P 농도는 갑천A에서 타 단위유역보다 매우 높게 나타났지만, 2013년 이후 그 차이는 크게 감소하였다. 이는 갑천A 단위유역에 입지한 대전하수처리장에서 인을 주로 처리하는 3차처리시설을 입지시켰기 때문이다. 모니터링 기간 동안의 평균농도는 미호B에서 0.1359 mg/L였으며, 갑천A는 2012년 이전에 0.300 mg/L, 2013년 이후에 0.138 mg/L를 나타냈다.

3.1.2 금강분류 단위유역에서의 모니터링



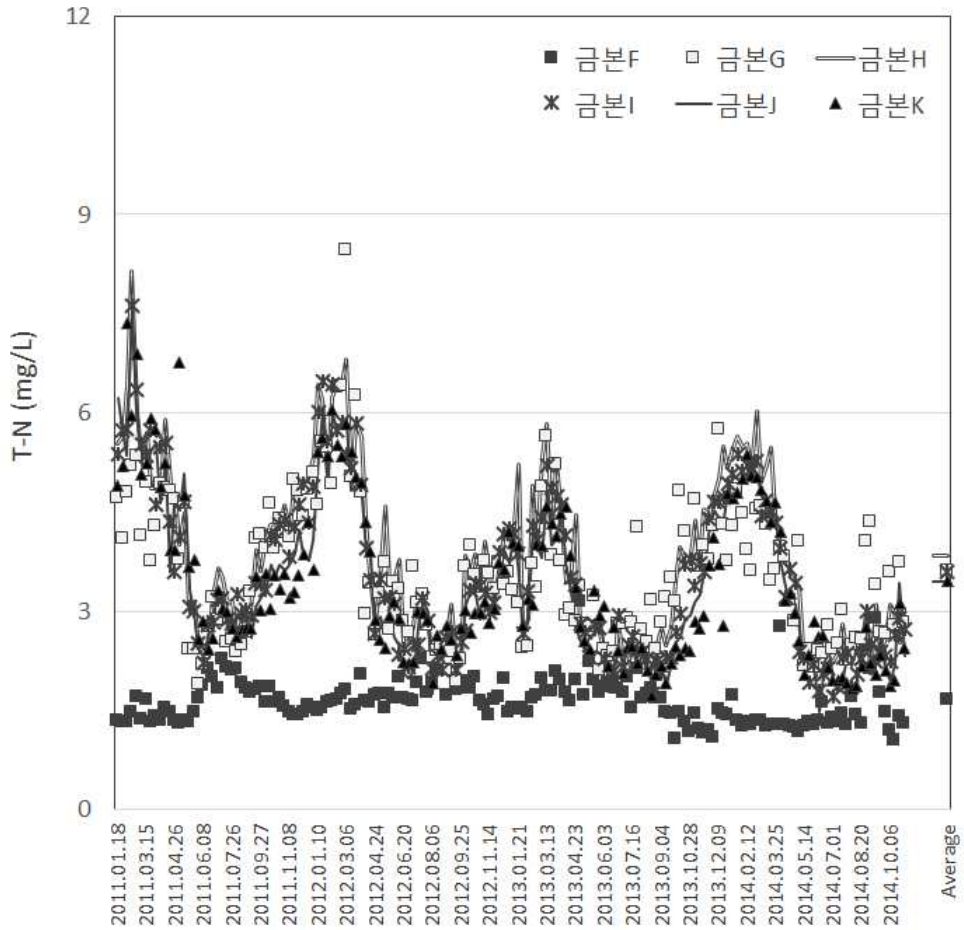
<그림 3-5> 대전광역시 인근 금강분류의 TOC 농도 변화(2011~2014년)

본 연구 모니터링의 가장 중심이 되는 TOC의 평균값을 보면 금본F 2.7 mg/L, 금본G 4.1 mg/L, 금본H 4.7 mg/L, 금본I 4.7 mg/L, 금본J 4.6 mg/L 및 금본K 4.7 mg/L으로 나타났다. 금강 상류라 할 수 있는 금본F에서는 농도의 편차가 크지 않았지만, 그 이후에는 환경기초시설의 영향을 받아 그 차이가 큼을 알 수 있었다.



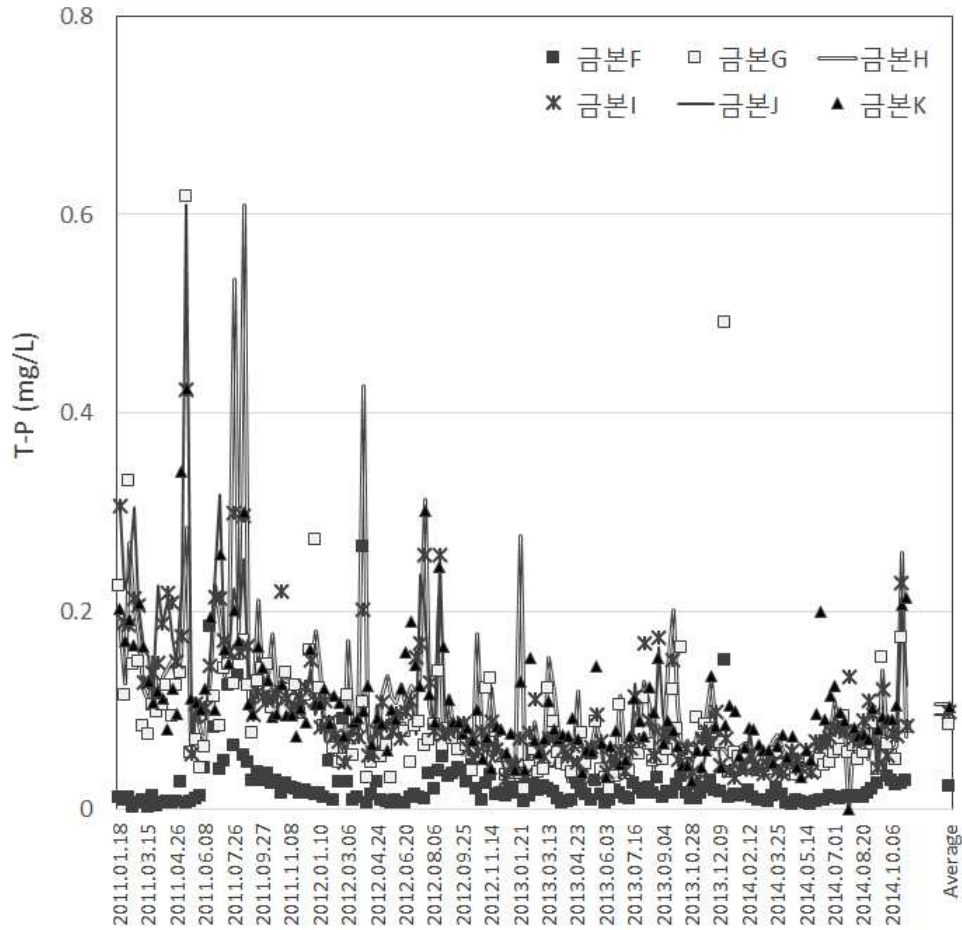
<그림 3-6> 대전광역시 인근 금강본류의 BOD 농도 변화(2011~2014년)

BOD 평균값을 보면 금본F 0.9 mg/L, 금본G 2.0 mg/L, 금본H 2.6 mg/L, 금본I 3.0 mg/L, 금본J 2.9 mg/L 및 금본K 2.8 mg/L으로 나타났다. 금본F 단위유역에 비하여 하류의 단위유역은 농도의 편차가 크고 계절의 영향을 받았는데, 이는 환경기초시설의 영향을 받아 오염물질 유입패턴이 불규칙해졌기 때문이라 볼 수 있다. 또한, 대도시에서의 오염유입이 있는 후의 금본H부터는 농도가 거의 일정하여 금본K에서는 오히려 2.8 mg/L로 감소하는 패턴을 보였다.



<그림 3-7> 대전광역시 인근 금강본류의 T-N 농도 변화(2011~2014년)

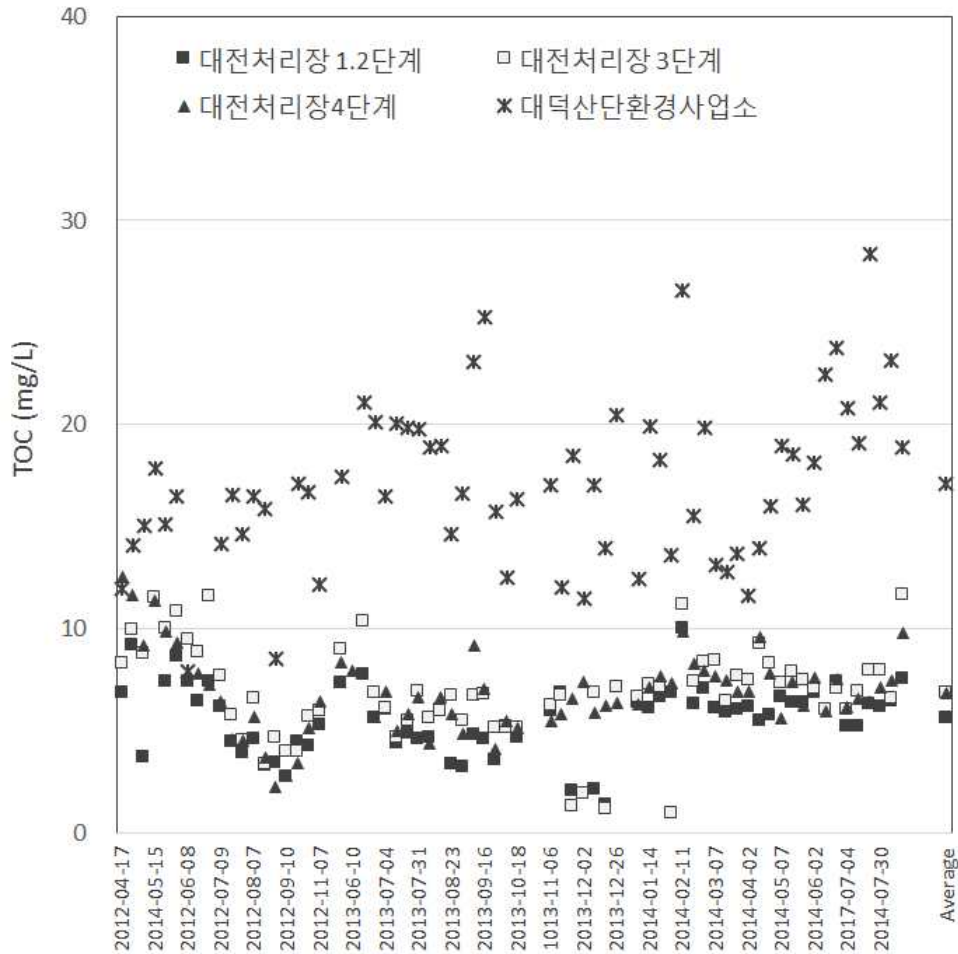
T-N의 평균값을 보면 금본F 1.65 mg/L, 금본G 3.61 mg/L, 금본H 3.84 mg/L, 금본I 3.60 mg/L, 금본J 3.45 mg/L 및 금본K 3.45 mg/L로 나타났다. 독립단위유역에서의 패턴과 같이 금본F 단위유역 이후에서는 계절별로 뚜렷한 농도 특성을 보였으며, 점차적으로 농도 또한 감소하는 것을 볼 수 있었다.



<그림 3-8> 대전광역시 인근 금강본류의 T-P 농도 변화(2011~2014년)

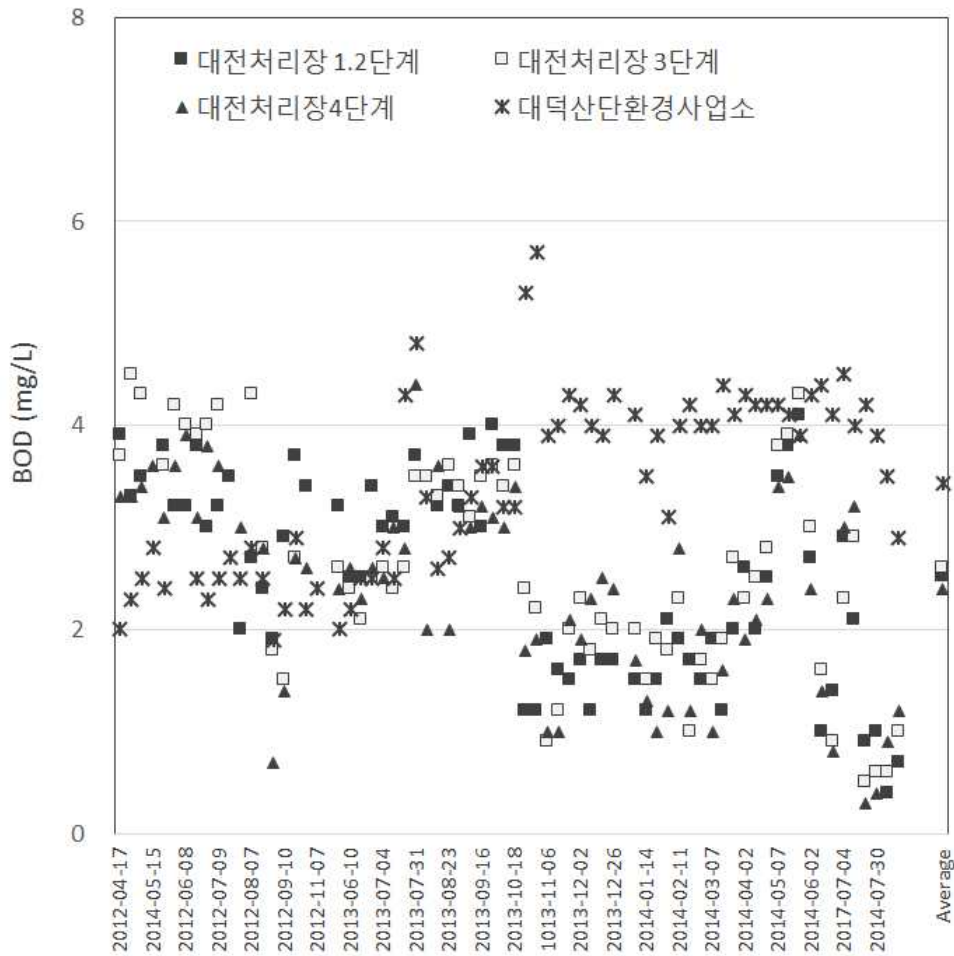
T-P 평균값을 보면 금본F 0.023 mg/L, 금본G 0.084 mg/L, 금본H 106 mg/L, 금본I 0.098 mg/L, 금본J 0.096 mg/L 및 금본K 0.104 mg/L으로 나타났다. 타 오염물질과 비교하여 농도의 편차가 매우 큰 특성을 가지고 있으며, 금본F 단위유역 이후의 모든 지점에서 비슷한 농도를 유지하고 있다. 더불어 타 오염물질과 비교하여 가장 큰 농도저감의 결과를 보여주고 있다.

제2절 환경기초시설별 모니터링 결과 검토



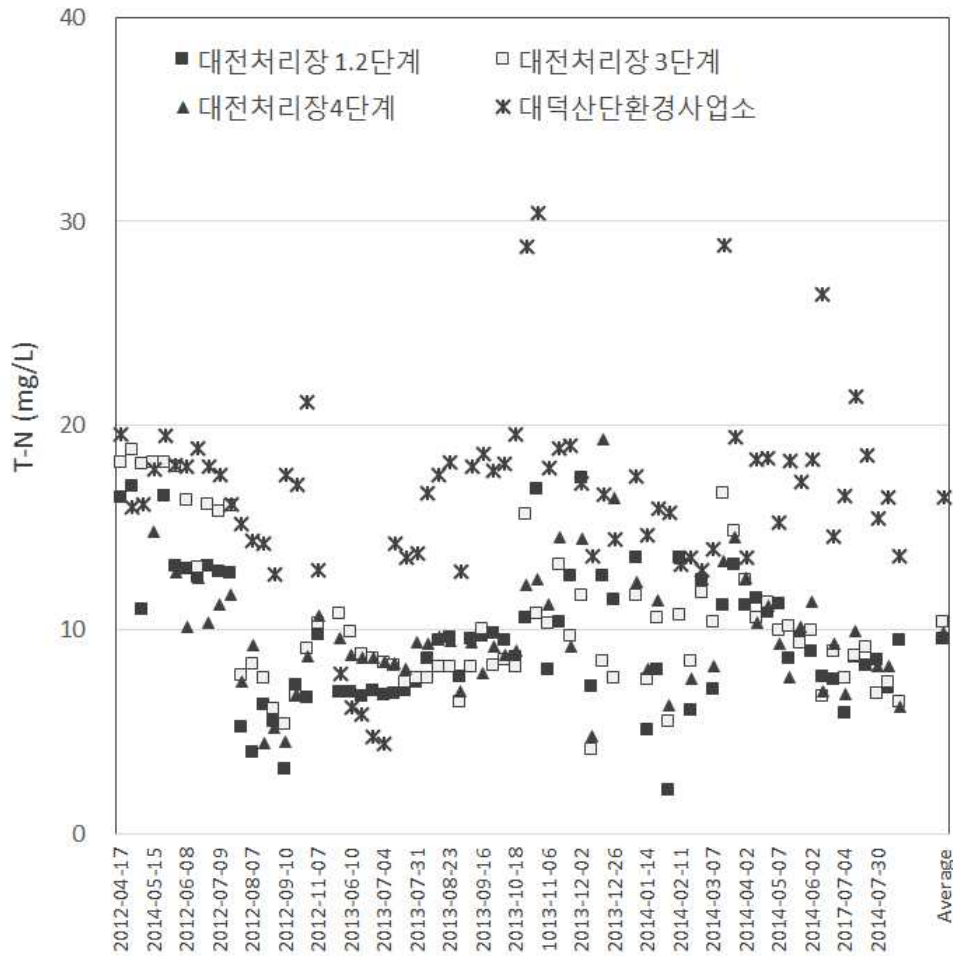
<그림 3-9> 대전광역시 환경기초시설의 TOC 농도 변화(2012~2014년)

대전광역시 내에 입지한 환경기초시설 방류수의 BOD 평균값을 보면 대전하수처리장 1·2단계 5.6 mg/L, 3단계 6.9 mg/L, 4단계 6.8 mg/L, 대덕산단환경사업소 17.1 mg/L으로 나타났다. 대전하수처리장의 경우 계절에 상관없이 일정한 패턴을 보인다. 반면, 대덕산단 환경사업소는 일률적이지 않고 높은 농도 특성을 보이고 있는데, 이는 생물학적 분해가 어려운 유입수 특성이 있기 때문이다.



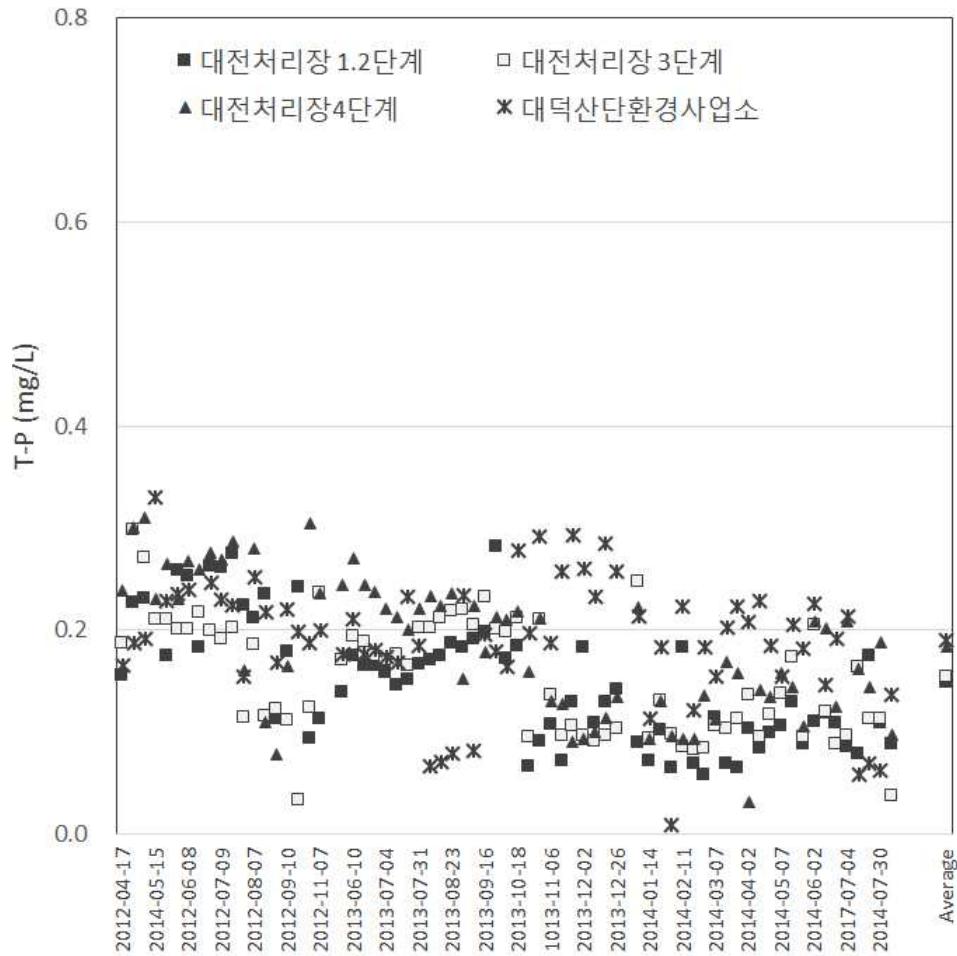
<그림 3-10> 대전광역시 환경기초시설의 BOD 농도 변화(2012~2014년)

TOC의 평균값을 보면 대전하수처리장 1·2단계 2.5 mg/L, 3단계 2.6 mg/L, 4단계 2.4 mg/L, 대덕산단환경사업소 3.4 mg/L으로 나타났다. 대전하수처리장의 경우 2013년 상반기 이후 배출농도가 상당부분 낮아진 것으로 볼 수 있으나, 대덕산단 환경사업소의 경우 오히려 농도가 높아지는 것을 볼 수 있다. 이에 대덕산단 환경사업소에서는 수질오염총량제 배출기준을 만족하기 위한 만반의 준비를 하여야 할 필요가 있음을 알 수 있다.



<그림 3-11> 대전광역시 환경기초시설의 T-N 농도 변화(2012~2014년)

T-N의 평균값을 보면 대전하수처리장 1·2단계 9.52 mg/L, 3단계 10.35 mg/L, 4단계 9.83 mg/L, 대덕산단환경사업소 16.48 mg/L으로 나타났다. BOD와 마찬가지로 대덕산단 환경사업소의 방류수질에 문제가 있는 것으로 보인다. 더불어 계절에 따라 방류수질의 변화 패턴이 있는데, 이는 앞으로 겨울 및 봄철의 질소제거를 위한 관리방안 확대가 요구되는 사항이다.



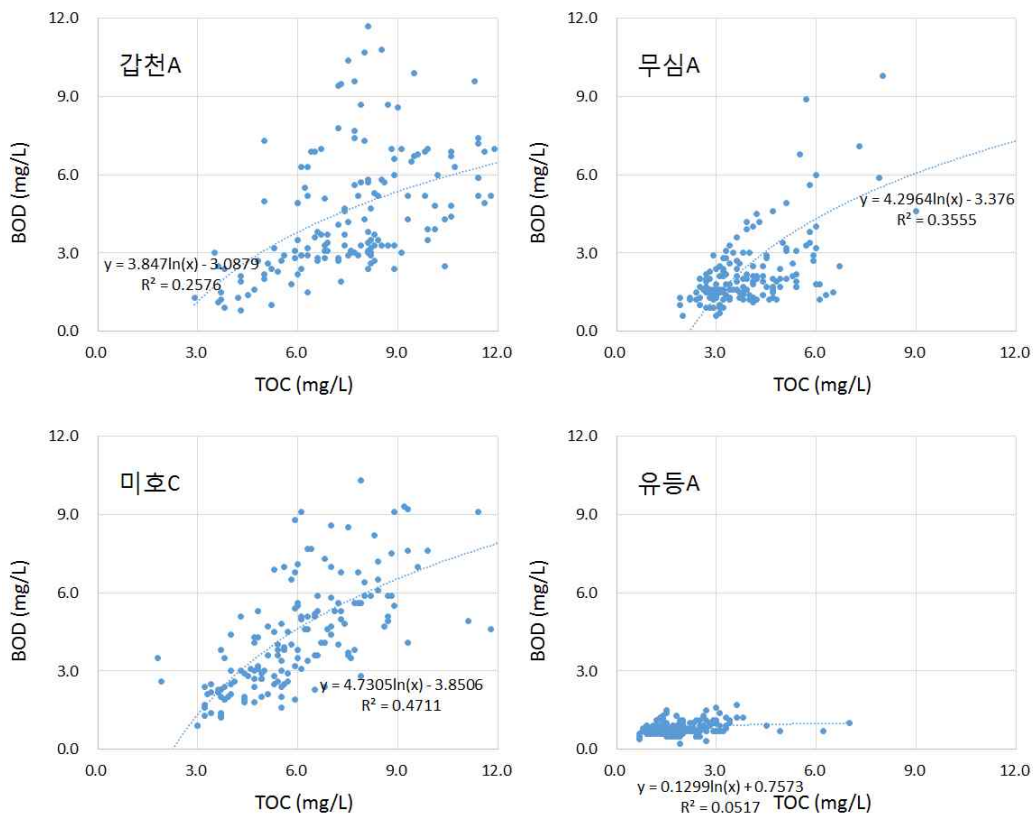
<그림 3-12> 대전광역시 환경기초시설의 T-P 농도 변화(2012~2014년)

T-P의 평균값을 보면 대전하수처리장 1·2단계 0.150 mg/L, 3단계 0.160 mg/L, 4단계 0.188 mg/L, 대덕산단환경사업소 0.189 mg/L으로 나타났다. 대전하수처리장은 배출기준인 0.3 mg/L를 2013년부터 언제나 만족하고 있지만, 대덕산단환경사업소는 1년 기준으로 몇 회씩 초과 우려가 발생하고 있다. 특히, 방류농도를 초과할 경우 2016년부터는 배출초과과징금이 부과되므로, 이에 대한 철저한 관리가 필요하다.

제3절 지점별 TOC 특성의 상관관계

3.3.1 독립단위유역별 상관관계 분석

대전광역시에 인접한 금강지류 독립단위유역은 아래의 그림에서와 같이 갑천A, 무심A, 미호C 및 유등A가 있다. 여기에서 유등A는 도심의 성격을 가지고 있지 않은 오염원이 거의 없는 단위유역으로 볼 수 있다. 반면, 갑천A, 무심A 및 미호C는 대전광역시 및 청주시를 오염원으로 도시의 특성을 가지고 있는 단위유역이라고 볼 수 있다.



<그림 3-13> 금강 지류의 TOC 및 BOD의 상관관계

위 <그림 3-13>을 기준으로 금강지류 독립단위유역의 특성을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

TOC 및 BOD의 범위 및 평균값은 갑천A에서 가장 넓고 큰 값을 보이고 있으며, 미호C 또한 높은 값을 보이고 있다. 반면 유등A는 비교적 낮은 농도를 보이고 있다.

TOC/BOD를 보면 미호C가 1.6 가장 낮은 비율을 보여 난분해성유기물이 가장 적은 것을 알 수 있었다. 갑천A 및 무심A에서는 TOC/BOD가 2.0 및 2.1로 비슷한 수치로 미호C 보다는 난분해성유기물이 더 많았다. 반면에 유등A에서는 TOC/BOD 값이 2.6으로 타 단위유역보다 높게 나타났다. 이를 보면 환경기초시설의 입지 및 도시오염배출이 있는 단위유역에서 TOC/BOD 및 난분해성 유기물질이 더 적음을 알 수 있었다.

① 갑천A

- TOC : 2.9~18.6 mg/L, 평균 7.9 mg/L
- BOD : 0.8~12.9 mg/L, 평균 4.7 mg/L
- TOC/BOD : 0.5~5.4, 평균 2.0

② 무심A

- TOC : 1.9~12.3 mg/L, 평균 4.1 mg/L
- BOD : 0.6~23.1 mg/L, 평균 2.4 mg/L
- TOC/BOD : 0.5~5.1, 평균 2.1

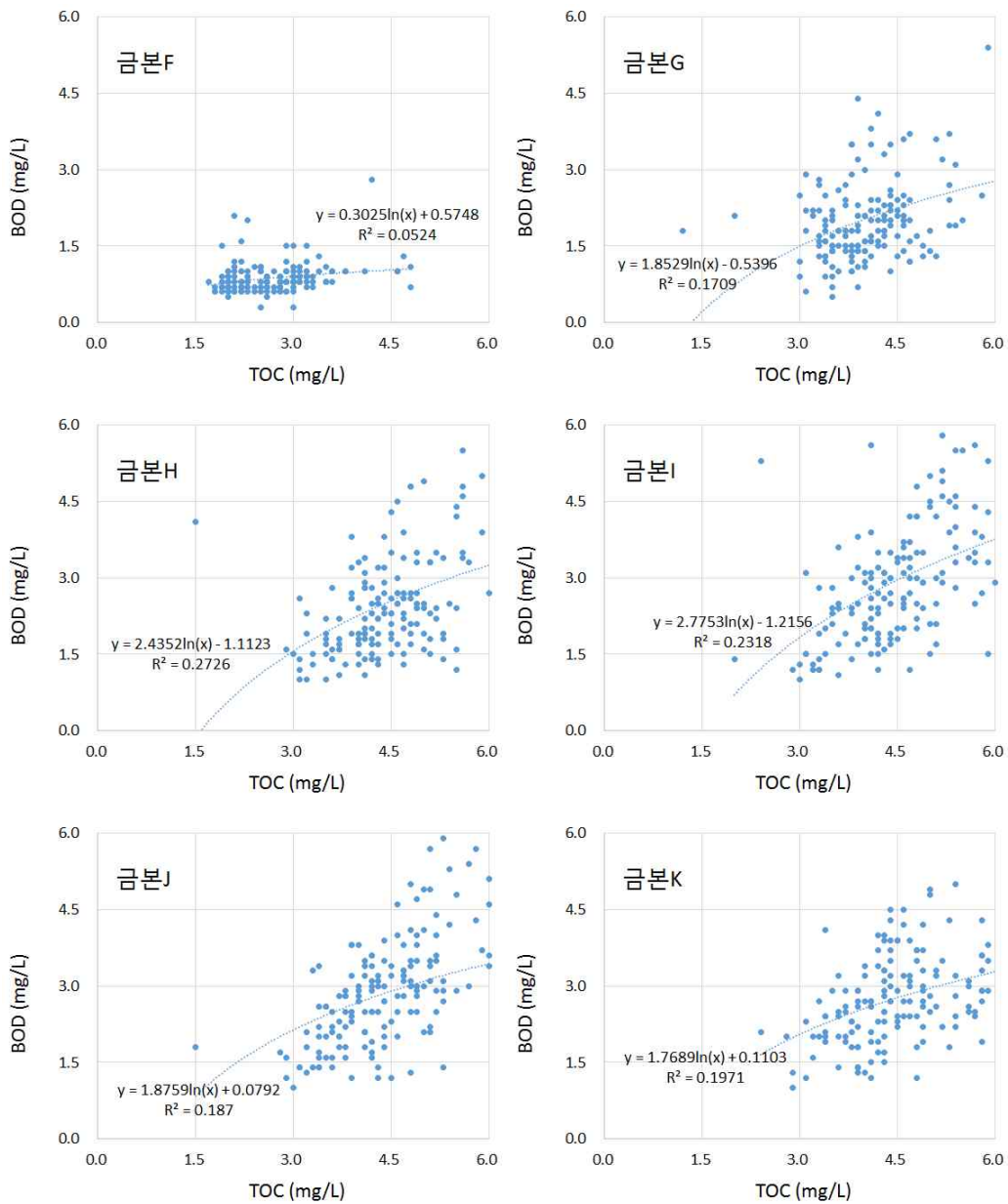
③ 미호C

- TOC : 1.8~13.6 mg/L, 평균 6.0 mg/L
- BOD : 0.9~14.9 mg/L, 평균 4.4 mg/L
- TOC/BOD : 0.5~3.4, 평균 1.6

④ 유등A

- TOC : 0.7~7.0 mg/L, 평균 2.0 mg/L
- BOD : 0.2~1.7 mg/L, 평균 0.8 mg/L
- TOC/BOD : 1.0~9.5, 평균 2.6

3.3.2 금강분류 단위유역별 상관관계 분석



<그림 3-14> 금강분류의 TOC 및 BOD의 상관관계

<그림 3-14>를 기준으로 금강분류단위유역의 특성을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

TOC 및 BOD의 범위 및 평균값은 금본H~금본K에서 가장 넓고 큰 값을 보이고 있으며, 반면 금본F는 비교적 낮은 농도를 보이고 있다.

TOC/BOD를 보면 금본I, 금본J 및 금본K에서 1.8로 가장 낮은 비율을 보여 난분해성유기물이 가장 적은 것을 알 수 있었다. 반면에 금본F 단위유역에서는 3.3으로 독립단위유역의 유등A보다도 더 높은 비율을 나타내고 있다. 또한 금본G 및 금본H는 각각 2.3과 2.1을 나타내 대전광역시 및 청주시의 갑천A 및 무심A와 비슷한 수치를 보이고 있다. 즉, 금강분류 단위유역에서도 하수처리시설이 많이 입지한 하류에서는 TOC/BOD가 낮아 난분해성 유기물질이 적었으며, 상류에서는 난분해성 유기물질이 높은 특성임을 알 수 있었다.

① 금본F

- TOC : 1.7~4.8 mg/L, 평균 2.7 mg/L
- BOD : 0.3~2.8 mg/L, 평균 0.9 mg/L
- TOC/BOD : 1.0~10.0, 평균 3.3

② 금본G

- TOC : 1.2~9.1 mg/L, 평균 4.1 mg/L
- BOD : 0.5~7.7 mg/L, 평균 2.0 mg/L
- TOC/BOD : 0.7~7.0, 평균 2.3

③ 금본H

- TOC : 1.5~10.4 mg/L, 평균 4.7 mg/L
- BOD : 1.0~6.1 mg/L, 평균 2.6 mg/L
- TOC/BOD : 0.4~4.6, 평균 2.1

④ 금본I

- TOC : 2.0~9.3 mg/L, 평균 4.7 mg/L
- BOD : 1.0~7.7 mg/L, 평균 3.0 mg/L
- TOC/BOD : 0.5~6.3, 평균 1.8

⑤ 금본J

- TOC : 1.5~11.3 mg/L, 평균 4.6 mg/L
- BOD : 1.0~6.5 mg/L, 평균 2.9 mg/L
- TOC/BOD : 0.8~8.1, 평균 1.8

⑤ 금본K

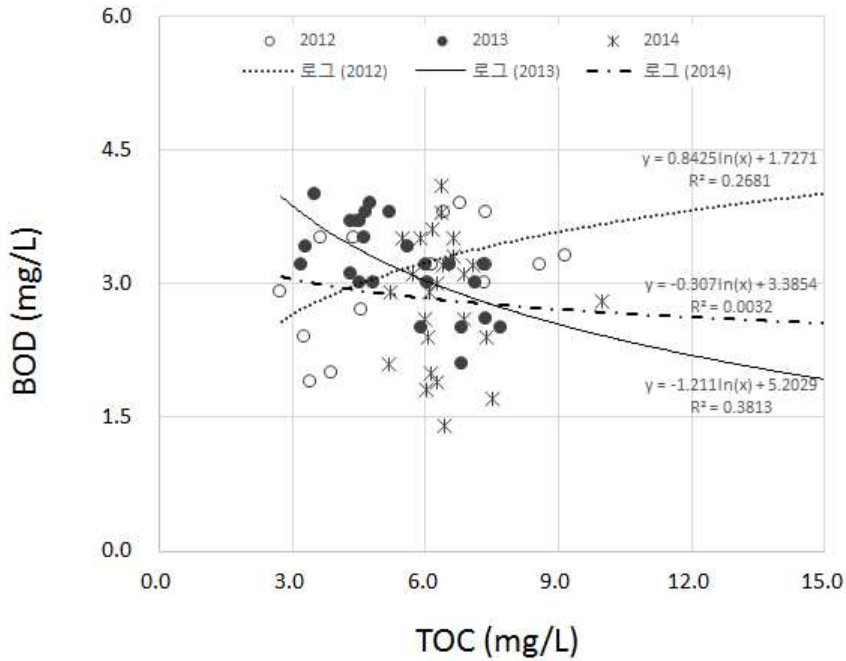
- TOC : 2.4~9.9 mg/L, 평균 4.7 mg/L
- BOD : 1.0~6.5 mg/L, 평균 2.8 mg/L
- TOC/BOD : 0.8~5.0, 평균 1.8

3.3.3 환경기초시설별 상관관계 분석

앞으로 2021년부터 적용될 4단계 수질오염총량제에서는 신규 관리대상물질로써 TOC가 적용될 수 있다. 금강의 목표지점인 금본K 지점의 유달율에 가장 많은 영향을 미치는 것으로써 환경기초시설이 있는데, 여기에서 현재의 관리대상물질인 BOD와 TOC와의 관계를 정립할 필요가 있다. 이는 각 할당시설의 목표수질을 결정하는데 있어 객관적인 관계를 수립하여야 하고, 목표수질 정립에 데이터를 제공해야 하기 때문이다. 이에, <그림 3-16>~<그림 3-19>에 대전하수처리장 및 대덕산단 환경사업소의 TOC와 BOD의 상관관계를 나타냈다.



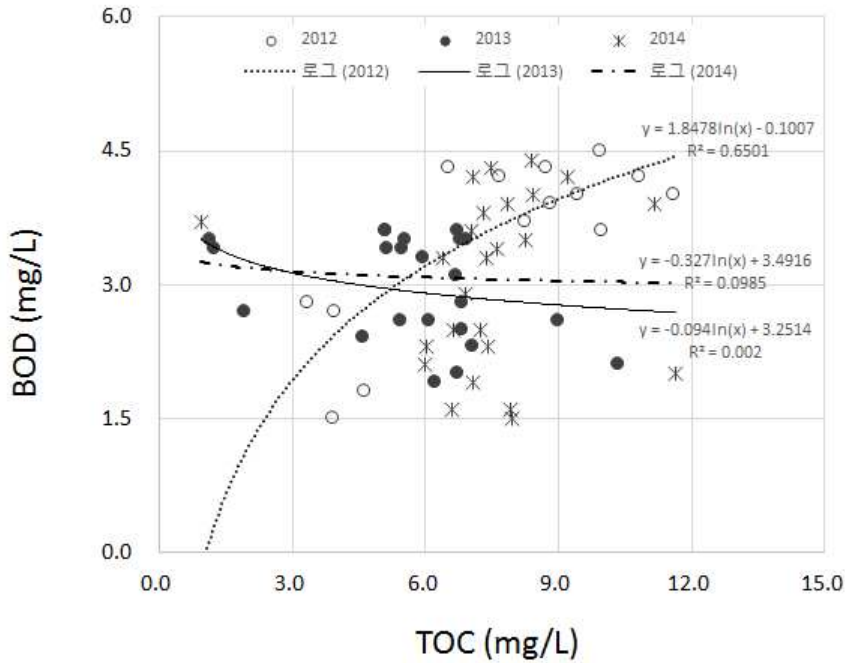
<그림 3-15> 갑천 및 대전하수처리장



<그림 3-16> 대전하수처리장 1·2단계 TOC와 BOD의 상관관계

- 대전하수처리장 1·2단계 방류구 (2012~2014년)
 - TOC : 2.8~17.3 mg/L, 평균 6.0 mg/L
 - BOD : 1.4~4.1 mg/L, 평균 3.0 mg/L
 - TOC/BOD : 0.9~4.6, 평균 2.3

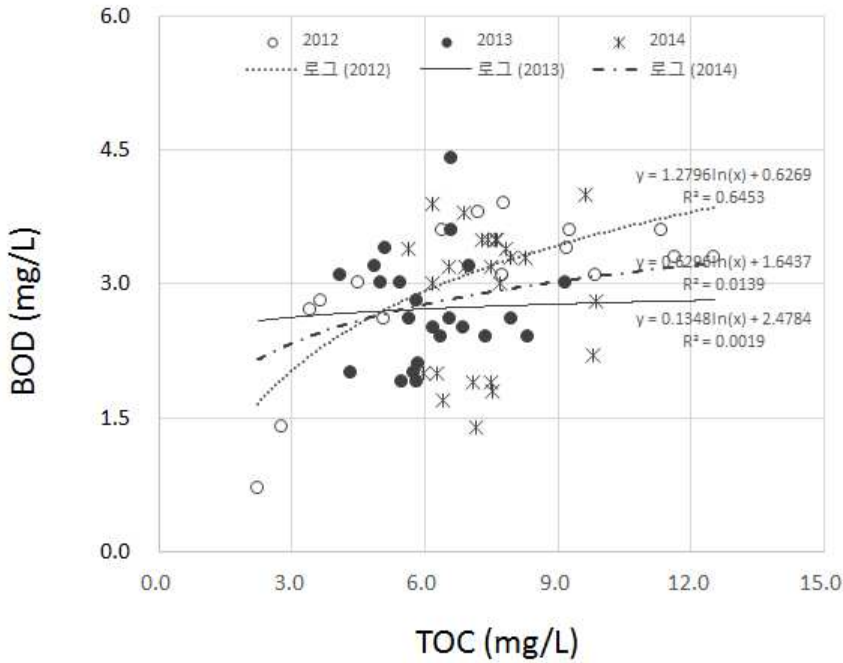
대전하수처리장 1.2단계 방류구에서의 2012~2014년도 BOD 방류수질패턴을 보면 최소 1.4 mg/L에서 최대 4.1 mg/L로 안정된 모습을 보였다. 특히, 계절의 변화에 큰 영향없이 안정적으로 배출되고 있다. 현재와 미래의 관리대상물질인 TOC/BOD 비율은 2014년에 2.4로 2013년의 1.7 및 2012년의 1.8에 비해서는 증가한 경향을 보였다.



<그림 3-17> 대전하수처리장 3단계 TOC와 BOD의 상관관계

- 대전하수처리장 3단계 방류구 (2012~2014년)
 - TOC : 0.9~11.6 mg/L, 평균 6.9 mg/L
 - BOD : 1.5~4.5 mg/L, 평균 3.1 mg/L
 - TOC/BOD : 0.3~5.8, 평균 2.3

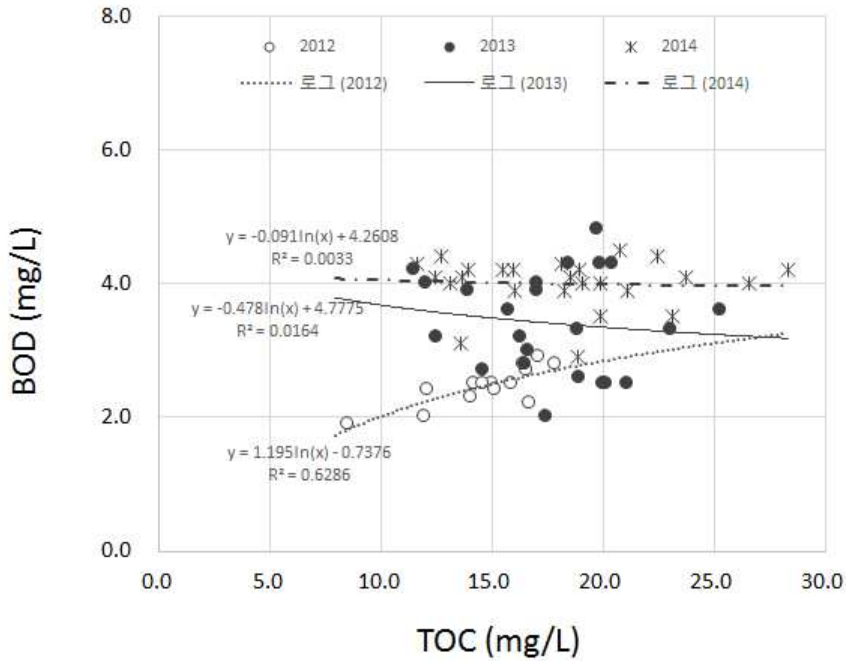
대전하수처리장 3단계 방류구에서의 2012~2014년도 BOD 방류수질패턴은 최소 1.5 mg/L에서 최대 4.5 mg/L로 나타났으며, 특히 2013년 이후 보다 안정된 패턴을 보이고 있다. 현재와 미래의 관리대상물질인 TOC/BOD 비율은 2014년에 2.3으로 2013년의 2.2와 비슷하였고 2012년의 2.9에 비해서 감소한 경향을 보였다. 이는 3단계 방류구에서 난분해성 유기물질에 과거에 비해서 많이 분해되었다는 것으로 판단된다.



<그림 3-18> 대전하수처리장 4단계 TOC와 BOD의 상관관계

- 대전하수처리장 4단계 방류구 (2012~2014년)
 - TOC : 2.2~12.5 mg/L, 평균 6.8 mg/L
 - BOD : 0.7~4.4 mg/L, 평균 2.8 mg/L
 - TOC/BOD : 1.3~5.1, 평균 2.5

대전하수처리장 4단계 방류구에서의 2012~2014년도 BOD 방류수질패턴은 최소 0.7 mg/L에서 최대 4.4 mg/L로 2013년부터 안정된 모습을 보이는 것을 알 수 있으며, 년도별 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 현재와 미래의 관리대상물질인 TOC/BOD의 2014년 비율은 2.5로 1·2단계 및 3단계의 비율보다는 약간 높았지만 2013년의 2.3 및 2012년의 2.4와는 비슷한 경향을 보이고 있다.



<그림 3-19> 대전산단 환경사업소 TOC와 BOD의 상관관계

- 대덕산단 환경사업소 방류구 (2012~2014년)
 - TOC : 7.9~28.3 mg/L, 평균 17.1 mg/L
 - BOD : 1.9~5.7 mg/L, 평균 3.4 mg/L
 - TOC/BOD : 2.7~8.70, 평균 5.2

대덕산단환경사업소 방류구에서의 2012~2014년도 BOD 방류수질패턴을 보면 최소 1.9 mg/L에서 최대 5.7 mg/L로 나타났는데, 과거에 비해 2014년의 배출수질이 높은 경향을 나타내었다. TOC/BOD 비율은 2014년에 4.4로 2013년의 6.1 및 2012년의 6.0에 비해서는 감소하는 경향을 보였다. 하지만 3년 평균값을 보면 대전하수처리장 방류수에 비하면 두 배 이상의 값을 나타냈는데, 이는 유입수 성상에 난분해성 유기물질이 많은 공장폐수를 처리하기 때문으로 판단된다.

제 4 장

결론 및 정책제언

제1절 결 론

제2절 정책제언

4.1 결론

대전광역시를 비롯한 3대강수계에서 2021년부터 계획되어 있는 수질오염총량제 제 4단계 이후의 관리대상물질로 검토되고 있는 TOC의 적정 목표수질 수립에 있어서, 이를 객관적으로 판단하기 위해서 환경기초시설 및 단위유역 목표지점의 모니터링 결과를 검토한 결과 다음의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 단위유역별 모니터링 결과를 검토한 결과, 상류 유역의 영향을 받지 않는 독립 단위유역과 영향을 받는 금강분류단위유역으로 구분할 수 있었다.
 - 독립단위유역의 경우 갑천A, 무심A, 미호B, 미호C는 도심의 오염원특성 및 환경기초시설을 입지하고 있어 높은 오염물질 농도 및 계절에 따라 변화하는 농도의 패턴을 가지고 있으나, 유등A의 경우 오염원이 거의 없어 낮은 농도패턴을 나타냈다.
 - 금강분류단위유역의 경우 금본G~금본K의 경우 도중에서 지류로 유입하는 오염원의 누적특성으로 인하여 높은 독립단위유역의 갑천A와 같은 도심특성의 패턴을 가지고 있으나, 금본F의 경우 오염원이 거의 없어 깨끗한 환경을 유지하였다.
 - 특히, T-N의 경우 환경기초시설의 질산화미생물이 온도에 민감하여 상반기 방류수질 악화에 의한 목표지점의 수질 또한 악화되는 경향을 보였다.

2. 대전광역시에 입지하여 있는 할당시설 중에서는 대전하수처리장과 대덕산단환경사업소를 모니터링 하였다.
 - 대전하수처리장의 경우 TOC, BOD, T-N 및 T-P 모두 안정적인 방류수질을 유지하고 있었다. 특히, 2012년의 3차처리시설 완료 후에 계절에 상관없이 BOD와 T-P의 안정적인 방류가 가능하였다. 반면, T-N은 질산화미생물의 비활성화로 계절별 편차가 있었다.

3. 지점별 BOD와 TOC의 상관관계를 보면 다음과 같다.

- 독립단위유역의 TOC/BOD를 보면 갑천A 2.0, 무심A 2.1, 미호C 1.6 및 유등A 2.6을 나타내고 있다.
- 금강본류단위유역의 TOC/BOD를 보면 금본F 3.3, 금본G 2.3, 금본H 2.1, 금본I 1.8, 금본J 1.8 및 금본K 1.8을 나타내고 있다.
- 환경기초시설의 TOC/BOD를 보면 대전하수처리장 1·2단계 2.1, 3단계 2.0, 4단계 2.5 및 대덕산단환경사업소 5.2를 나타내고 있다.
- 이렇듯, TOC/BOD는 최소 1.6(미호C)에서 최대 5.2(대덕산단환경사업소)까지 분포하였다.
- 금본F 및 유등A와 같이 도심의 오염특성이 없고, 하폐수처리장이 입지하지 않은 곳에서는 TOC/BOD가 비교적 높은 경향을 보였다. 또한, 하폐수처리장임에도 불구하고 유입수가 생물학적처리가 어려운 공장폐수인 대덕산단환경사업소의 경우 TOC/BOD가 매우 높았다.
- 반면에, 도시특성의 오염원특성 및 일반 하수처리장이 입지한 갑천A, 무심A, 미호C, 금본G, 금본H, 금본I 및 금본K의 경우 1.6~2.3의 낮은 수치를 나타내고 있으며, 이는 생활계의 난분해성 오염물질은 하수처리장에서 처리가 되며 토지오염물질도 비교적 분해가 쉬운 물질이기 때문이다.

4.2 정책제언

결론에서 나타난 바와 같이, 대전광역시 및 금강수계에서 향후 관리대상물질(안)의 목표수질 설정을 위한 “TOC vs BOD”의 상관성 검토 및 향후 수질오염총량제의 대비를 위하여 다음의 정책이 요구된다.

1. 대전광역시 주요 지점에서의 TOC 모니터링 지속 수행

- 우리나라는 현재까지 유기물 및 영양염류의 수질관리를 위해 BOD, COD, SS, T-N 및 T-P를 주로 모니터링하였다. 하지만 수질오염총량제 4단계가 시작되는 2021년부터는 관리대상물질로써 TOC가 대안으로 제시되고 있지만, 이의 목표수질을 수립하는데 있어서 모니터링 자료가 부족한 상황이다.
- 대전시와 대전발전연구원에서는 2012년부터 대전시 할당시설을 대상으로 BOD 및 TOC의 모니터링을 실시하여 3년간 그 상관관계를 검토하고 있다. 1~2년간의 모니터링으로는 각각의 할당시설 방류구의 TOC 및 BOD의 상관관계에 유의미한 결과를 얻기 힘들었는데, 3년 이상의 데이터로 할당시설 및 방류구간의 상관관계를 분석한 결과 유의미한 특성을 얻을 수 있었다.
- 이에, 2021년 TOC의 목표수질 고시를 위한 확실한 데이터를 얻기 위하여 환경부 모니터링과는 별도로 대전시 자체의 지속적인 모니터링이 필요하다.
- 더불어, 이러한 모니터링 결과가 대외적으로 인정받을 수 있도록 많은 곳에서의 학술적 활동 및 검토가 필요하다.

2. 대전하수처리장의 방류수질 관리 철저

- 현재 모니터링 된 대전하수처리장의 방류수질은 TOC, BOD, T-P의 경우 안정적인 배출을 보여주고 있다.
- 반면, T-N의 경우 겨울 및 봄철에 낮은 수온으로 인한 질산화/탈질 미생물의 비활성화로 방류수질의 농도가 큰 편차를 보이고 있다. 이에, 수온의 변화에

민감하지 않은 고도처리 관리방안의 모색이 필요하다.

3. 대덕산단환경사업소의 방류수질 관리 철저

- 현재 모니터링 된 대덕산단환경사업소의 방류수질은 TOC, BOD, T-N, T-P 모두에서 안정적이지 못한 결과를 보여주고 있다.
- 특히, 유입되는 원수가 공장폐수인 원인으로 미생물을 이용한 안정적인 유기물 처리에 어려움이 발생된다. T-P 또한 응집제의 고른 혼합이 어려운 상황으로 방류수질이 0.3 mg/L에 인접하는 상황이 많이 발생하였다. T-N은 대전하수처리장과 마찬가지로 낮은 수온으로 인한 질산화/탈질 미생물의 활성화가 어려운 상황이다.
- 이에, 대덕산단환경사업소는 안정적인 방류수질의 확보를 위해 60,000 m³/일의 설계용량에 여유를 가지고 처리를 하여야 할 것이며, 대덕산단 공장폐수가 관거로 유입되기 전에 1차처리가 어느 정도 이루어질 수 있도록 관리가 필요하다.

4. 기타 수질 및 유량관리 방안의 제시

- 현재, 대전광역시 지류 중에서는 탄동천의 수질이 다른 곳에 비하여 좋지 않은 상황이다. 그 원인은 일부 하수관로의 용량부족으로 일부 하수가 탄동천으로 유입되기 때문으로, 하수관거정비의 필요성이 있다.
- 대전하수처리장으로 유입되는 차집관거의 I/I는 많이 줄어들었지만, 강우시 빗물의 유입은 아직도 많은 상황이다. 현재 진행되고 있는 간이공공처리시설의 설계시에 처리장의 효율을 떨어뜨리지 않게 적용이 되어야 할 것이며, 빗물이 하수관거에 유입되는 유량을 줄이기 위하여 도심 곳곳에 침투시설을 곳곳에 설치할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 김시현, 임재명. 수질오염총량관리계획의 시행단계에서 오염부하량 할당방안 개선에 관한 연구, 대한위생학회지, 제20권 제3호, 2005
2. 김영일, 이상진, 수질오염총량관리제 시행의 문제점과 개선방안, 대한환경공학 회지 특집, 제33권 제6호, 2011
3. 대전광역시, 대전광역시 수질오염총량관리 제2단계 기본계획, 2009
4. 배명순, 우리나라 수질오염총량관리제 개선방안 - 목표수질의 형평성과 개발 계획 관리방안- , 충북개발연구원 기본과제보고서, 2009
5. 수계오염총량관리기술치집, 국립환경과학원, 2012
6. 수질오염총량관리기본방침, 환경부훈령 제1042호, 2013 개정
7. 이재근, 대전시 수환경 배출오염원 조사방법 개선, 대전발전연구원 기본연구보 고서, 2013
8. 임제열, 송재준, 이지은 박인호, 영산강 상류의 오염총량관리제를 위한 배출 부하량 산정, 한국환경기술학회지, 제13권 제4호, 2012
9. 전라북도, 전라북도 수질오염총량관리 제2단계 기본계획, 2009
10. 충청남도, 충청남도 수질오염총량관리 제2단계 기본계획, 2009
11. 충청북도, 충청북도 수질오염총량관리 제2단계 기본계획, 2009
12. Cho, Y.S., Development of a Total Maximum Load Allocation Method Using a Modified Stream Model and GIS Application, University of Seoul. 2004
13. Kim, B.S., A Study on Waste Load Allocation for Total Water Pollution Load management System, Cheongju University, 2005

정책연구보고서 2014-37

총유기탄소(TOC) 모니터링 및
유역특성 비교 분석

발행인 유 재 일
발행일 2014년 12월
발행처 대전발전연구원
301-826 대전광역시 중구 중앙로 85 (선화동 287-2)
전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528
홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄 : 00000 TEL 042-000-0000 FAX 042-000-0000

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.
출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.
