

기본연구보고서 2016-09

갑천유역의 배출부하량 적정화 방안

이 재 근

갑천유역의 배출부하량 적정화 방안

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 내용 및 범위	5
제2장 관련계획 및 현황	7
제1절 제3단계 수질오염총량제 시행계획	9
2.1.1 개요	9
2.1.2 개발사업계획	9
2.1.3 삭감계획	10
제2절 갑천유역 오염배출 현황	11
2.2.1 배출부하량	11
2.2.2 미처리 오염배출	12
제3절 갑천 수질변화	11
제3장 갑천의 오염배출 관리 문제점	17
제1절 갑천 라바보의 수질악화	19
3.1.1 미처리 오염배출에 의한 수질 악화	19
3.1.2 지속적인 모니터링 필요	20
제2절 추가 개발사업의 발생	26
제3절 삭감계획 수립의 어려움	41

제4장 배출부하량 적정화 방안	57
제1절 미처리 오염배출에 의한 수질악화 인자 분석	59
제2절 추가 삭감계획의 수립	65
제3절 안전을 확보	71
4.3.1	71
4.3.2	72
4.3.3	74
제5장 결론 및 정책제언	79
제1절 결론	81
제2절 정책제언	83
참고문헌	87

- 표 목 차 -

<표 2-1>
<표 2-2>
<표 2-3>

<표 3-1>
<표 3-2>

<표 4-1>
<표 4-2>

- 그림 목 차 -

<그림 2-1>

<그림 2-2>

<그림 3-1>

<그림 3-2>

<그림 3-3>

<그림 4-1>

<그림 4-2>

제 1 장

서 론

제1절 연구의 배경 및 필요성

제2절 목적 및 연구방법

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

가. 배경

우리나라에서의 수질관리는 2000년대 이전까지만 하더라도 하·폐수처리장이 중심이 된 점배출부하량을 관리·단속이 주를 이루었다. 하지만, 점배출부하량의 관리가 대전시를 포함한 금강의 수질을 향상시키지 못함에 따라 수질오염총량제가 도입이 되었다.¹⁾ 수질오염총량제는 지방자치단체별 단위유역의 기준을 만족하기 위한 한도를 농도가 아닌 오염배출부하량으로 정하고, 이를 준수하기 위한 규제를 시행하는 것이다. 대전시는 “3대강수계 물관리종합대책 수립”으로 지역의 환경용량 안에서 지역의 개발을 추진하게 되었다. 이와 같이, 점배출부하량의 관리만으로는 공공수역의 이용목적 달성에 이르러야 할 수질 기준을 달성하기 위하여 삭감수단 및 관리체계에 있어서 어려운 점이 많이 발생하였다. 특히, 강수시 비점오염배출부하량 및 불명오염원의 관리를 해결할 수 없는 단점을 가지고 있다. 이에, 수질오염총량제를 통하여 해당 단위유역의 목표수질을 정하고, 이를 준수할 수 있는 오염배출부하량을 할당하는 단계에 이르렀다.

대전시는 대전하수처리장, 하수관거 분류화사업, 생태하천복원사업 등 도심하천 수질의 향상과 생태학적 보전을 위해 많은 노력을 진행하여 왔다. 하지만 도시에 거주하고 있는 시민들의 환경에 대한 관심 및 기대치가 높아짐에 따라 보다 높은 환경질을 얻기 위한 지속적인 관리가 필요하게 되었다. 특히 4대강 보에서 발생하고 있는 녹조 증 본류의 수질 악화가 심해져, 이를 감소시키고자 하는 노력이 본류뿐만 아니라 해당유역 전체로 부담이 전달되고 있는 실정이다.

1) 현재 수질오염총량제는 3단계 수질오염총량제(2016~2020년) 기본계획 및 시행계획을 수립하였으며, 2단계 수질오염총량제(2011~2015년)을 평가하는 시기에 있다.

나. 필요성

대전시는 수질오염총량제 진행에 있어서 갑천A 단위유역의 배출부하량을 관리하게 된다.²⁾ 갑천을 유역으로 하는 갑천A 단위유역의 오염배출부하량 관리는 지금까지 하수처리장의 관리방법 개선 및 고도처리화에 의한 방류수질의 강화, 정화조·오수처리 지역의 하수처리구역화로 인한 하수처리효율 증대, 하수관거의 불명 유출수(I/I) 차단에 의한 비점배출의 감소가 대부분이었다. 이러한 방법 외에도 환경부에서는 오염배출부하량 저감을 위한 월류오염물질(CSOs) 저감, 저영향개발기법(LID)에 의한 배출부하량의 저감, 저류조를 이용한 토지계 오염배출물질의 저감 등을 제안하였지만 이를 위한 많은비용 및 모니터링과 같은 관리의 어려움으로 현장 적용에 한계점이 있었다.

특히, 수질오염총량제가 1, 2단계를 거쳐 3단계로 접어든 상황에서 기존의 하폐수처리장의 점배출 관리는 한계에 이르렀다.³⁾⁴⁾⁵⁾ 더불어, 비점오염물질의 관리도 어려운 상황으로 불명오염배출을 확인할 필요가 있다.

대전시는 갑천과 유등천이 합류된 직후에 위치한 갑천 가동보에 의해서 일부 녹조가 발생되고 있다. 현재, 갑천에서 발생하고 있는 큰 문제점 중 하나는 갑천과 유등천이 합류된 이후 수질이 급격하게 악화되고 있다는 것이다. 대전하수처리장 및 갑천 가동보 지점보다 악화된 모니터링 수질이 대전하수처리장 이후에서 측정된다는 것은 어딘가에서 미처리 오염배출이 이루어지거나, 갑천 가동보에서 수질을 악화시키는 반응이 일어나는 것으로 볼 수 있는 것이다. 또한, 갑천 주요 지점의 수질변화를 살펴보면 아직까지도 못 밝힌 불명오염원이 있다는 것이 예측이 되어 문제가 되고 있다.

2) 동구, 대덕구 일부 상수원보호구역에 해당하는 금분F 단위유역, 대덕구 북쪽 금강변에 있는 금분G 단위유역, 유성구 북쪽 금강변에 금분H 단위유역이 있다. 하지만, 대전시 대부분의 오염배출부하량은 갑천A 단위유역에 기인하고 있다.

3) Kim, B.S., A Study on Waste Load Allocation for Total Water Pollution Load management System, Cheongju University, 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) 김시현, 임재명. 수질오염총량관리계획의 시행단계에서 오염부하량 할당방안 개선에 관한 연구, 대한위생학회지, 제20권 제3호, 2005

수질오염총량제에서는 갑천A 지점의 2020년 목표수질을 BOD 5.2 mg/L, T-P 0.200 mg/L로 강화·신설함에 따라 대전시 입장으로는 갑천에 유입되는 배출부하량을 관리할 필요성이 높아지게 되었다. 이에, 수질오염총량제 3단계의 성공적인 추진과 불명오염원의 확인 및 처리를 위해서 본 연구가 필요하다고 할 수 있다.

제2절 목적 및 연구방법

1.2.1 목적 및 기대효과

갑천은 대전시 전역을 흐르는 중심 하천으로 도시 및 생태계 기능을 유지하는데 매우 큰 역할을 가지고 있다. 그리고 이를 관리하게 되는 중심에 수질오염총량제의 배출부하량이 있다. 지금까지 수질오염총량제가 큰 시설 및 눈에 확연히 드러나는 오염배출의 삭감에 치중하여 큰 효과를 거두었지만, 이제부터는 눈에 보이지 않는 오염원에 대한 관심을 가져야 한다. 이러한 눈에 보이지 않는 불명오염원이 갑천의 수질을 향상시킬 수 없었던 원인이기 때문이다.

본 연구의 목적은 불명오염원을 찾아내 추가 삭감계획을 진행함으로써 갑천의 수질개선 및 이용가능 배출부하량을 확보하는데 있다.

또한, 본 연구의 수행으로 다음과 같은 내용이 일부 진행될 수 있을 것으로 기대된다.

- ① 대전 시민들의 하천에 대한 복원기대 충족
- ② 지속가능 도시로써 환경기능의 강화
- ③ 시민친화 공간에 있어 저해요소가 되는 녹조, 냄새 등의 문제 해결
- ④ 수질오염총량제에서 고시한 목표수질의 달성
- ⑤ 갑천A 단위유역에 할당된 배출부하량의 충족 (추가 개발사업을 추진하기 위한 추가 부하량 확보 가능성 파악)

1.2.2 연구의 방법 및 내용

앞에서 제안한 연구를 위해서는 대전시, 특히 갑천A 단위유역에서 배출되는 배출부하량 특성 및 수질변화를 검토함과 동시에 수질오염총량제 내의 배출부하량 간의 상호관계를 다음과 같이 파악하여야 할 것이다.

- ① 갑천의 년도별 수질변화 특성 파악
 - 과거 10년간 갑천 주요지점의 수질변화
 - 갑천 수질에 영향을 미치는 주요 배출시설과의 연관성 검토

- ② 수질오염총량제 분석
 - 기본개념
 - 수질오염총량제가 대전시에 미치는 영향
 - 각각의 배출부하량 의미

- ③ 미처리 방류 불명오염원의 파악
 - 갑천수질 변화에 따른 불명오염원의 유출지점 예측

- ④ 대전시 기능을 유지하기 위한 적정 배출부하량 검토
 - 추가 개발사업 검토
 - 수행가능 삭감계획 예측
 - 안전부하량 축소방안 검토(기준배출부하량의 5%)

제 2 장

관련계획 및 현황

제1절 제3단계 수질오염총량제 시행계획

제2절 감천유역 오염배출 현황

제2장 관련계획 및 현황

제1절 제3단계 수질오염총량제 시행계획

2.1.1 개요

가. 수립주체

- 제3단계 총량관리 계획기간 중 금강수계 대전광역시 관할지역 갑천A, 금본F, 금본G, 금본H 단위유역의 오염총량관리시행계획(이하 “시행계획”이라 한다)의 수립주체는 대전광역시장임

나. 법적근거, 목적 및 범위

- 법적근거 : 「금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률」 제11조
- 수립목적 : 총량관리단위유역(이하 “단위유역”이라 한다)의 목표수질을 달성하는 범위에서 오염총량관리기본계획(이하 “기본계획”이라 한다) 상의 대전광역시 할당부하량을 오염원별로 할당하고 적정한 개발계획과 실현가능한 삭감계획 및 이행담보 방안 수립
- 계획기간 : 제3단계 총량관리 계획기간 2016년 1월 1일 ~ 2020년 12월 31일
- 시행계획 수립대상 단위유역 및 관리대상물질

시행계획 수립대상 단위유역	관리대상물질		비고
	BOD	T-P	
갑천A	해당되지 않음	해당됨	
금본F	해당되지 않음	해당됨	
금본G	해당되지 않음	해당됨	
금본H	해당되지 않음	해당됨	

다. 총량관리 목표

대전시는 갑천A, 금본F, 금본G, 금본H의 4개 단위유역을 포함하고 있으며, 이에 해당하는 대상물질별 목표수질, 평가수질 및 시행계획 수립 대상여부는 다음의 <표 2-1>과 같이 나타내었다.

<표 2-1> 대전시 단위유역별 목표수질 및 기준유량

단위유역	대상물질	목표수질 (mg/L)	평가수질(mg/L)		시행계획 수립 대상여부
			2010-2012 (1회)	2011-2013 (2회)	
갑천A	BOD	5.2	5.2	5.0	-
	T-P	0.200	0.337	0.234	○
금본F	BOD	1.0	0.8	0.8	-
	T-P	0.018	0.024	0.024	○
금본G	BOD	2.3	2.2	2.1	-
	T-P	0.081	0.108	0.083	○
금본H	BOD	2.9	2.9	2.7	-
	T-P	0.094	0.113	0.093	○

2.1.2 개발계획

대전시 갑천A 단위유역에서 계획되어 있는 개발사업을 다음의 <표 2-2>에 나타내었다. 3단계 수질오염총량제 기간인 2016~2020년에 준공되는 개발사업을 대상으로 하고 있으며 30세대 이상의 도시형생활주택도 개발계획에 포함되는 것과 같이 대상사업의 범위는 넓다고 할 수 있다. 이러한 개발계획에 의한 주요 배출부하량은 토지에서 대지로의 지목변환 면적 및 거주·활동 인구에 의해서 많이 좌우된다.

<표 2-2> 갑천A 단위유역의 개발사업

개발계획명 (사업명)	행정구역		준공 년도	계획인구(인)		개발 면적 (km ²)	T-P 배출부하량 (kg/일)		
	구	동		가정 인구	영업 인구		계	점	비점
중촌시민근린공원 진입로 개설공사	중	중촌	2018	0	0	0.051	0.056	0.000	0.056
대전역세권 재정비촉진계획	동	삼성	2020	12,494	0	0.887	0.022	0.000	0.022
보문산성역사공원 조성사업	중	석교	2020	0	0	0.032	0.000	0.000	0.000
문화 문화공원 조성사업	중	문화	2020	0	0	0.189	0.097	0.097	0.000
가양비래근린공원 조성사업	대덕	비래	2020	0	0	1.401	0.024	0.024	0.000
유성도룡 재정비촉진지구 조성사업	유성	도룡	2020	891	0	0.501	0.202	0.000	0.202
대전광역시 도시철도 기본계획	서구	기수원	2020	0	0	0.092	0.640	0.343	0.297
대덕연구개발특구 2단계 개발사업 -전민복합지구	유성	전민	2019	4,824	0	0.355	0.614	0.034	0.580
대덕연구개발특구 2단계 개발사업 -용산지구	유성	용산	2017	6,859	0	0.344	0.908	0.329	0.579
대성동2구역 주택재개발 정비사업	동	대성	2017	790	0	0.030	0.082	0.030	0.052
중촌근린공원 조성사업	중	중촌	2016	0	0	0.102	0.004	0.004	0.000
대전산업단지 재생사업 지구지정	대덕	대화	2020	0	0	2.328	0.000	0.000	0.000
대흥 1구역 주택재개발 정비사업	중	대흥	2016	1,543	0	0.056	0.119	0.036	0.083

<표 2-2> 갑천A 단위유역의 개발사업 - 계속

개발계획명 (사업명)	행정구역		준공 년도	계획인구(인)		개발 면적 (km ²)	T-P 배출부하량 (kg/일)		
	구	동		가정 인구	영업 인구		계	점	비점
유천 1+2구역 도시환경정비사업	중	유천	2020	5,959	0	0.110	1.221	0.441	0.780
유천 1+2-A구역 도시환경정비사업	중	유천	2020	1,109	0	0.022	0.250	0.117	0.133
탄방동2구역 주택재건축정비사업	서	탄방	2020	507	0	0.039	0.055	0.006	0.049
154kv 세종-송강연결 송전선로 건설공사	유성	화암	2016	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
법동1구역 주택재건축정비사업	대덕	법	2016	602	0	0.069	0.075	0.000	0.075
노은3 보금자리주택지구 조성사업	유성	지족	2017	1,728	0	0.047	0.200	0.074	0.126
유성광역복합환승센터 개발사업	유성	구암	2016	0	0	0.102	0.110	0.000	0.110
대전 갑천지구 친수구역 조성사업	유성	원신흥	2018	14,514	0	0.934	1.842	0.715	1.127
대덕연구개발특구 2단계 (문지지구) 개발사업	유성	문지	2016	3,837	0	0.298	0.629	0.258	0.371
학봉-공암 도로건설사업	유성	갑동	2016	0	0	0.014	0.000	0.000	0.000
안영 생활체육시설단지 조성사업	중	안영	2020	0	0	0.165	0.000	0.000	0.000
한전원자력연료(주) 부지 조성사업	유성	덕진	2017	0	0	0.238	0.097	0.019	0.078
하소일반산업단지 조성사업	동	하소	2016	67	0	0.306	0.453	0.000	0.453
용두동2구역 주택재개발정비사업	중	용두	2016	1,139	0	0.044	0.097	0.030	0.067
구죽 지구단위계획결정(안)	유성	봉산	2016	2,441	0	0.095	0.334	0.113	0.221
대전대학교 조성계획 결정(변경)	동	용운	2017	0	0	0.307	0.204	0.000	0.204
'양지근린공원, 가로공원 조성사업	중	선화	2020	0	0	0.030	0.000	0.000	0.000
도안지구 2단계 도시관리계획결정	유성	용계	2020	36,534	0	2.987	3.818	0.000	3.818
하소일반산업단지 지원도로 공사	동	하소	2017	0	0	0.153	0.000	0.000	0.000
봉명동 도시형생활주택(617-3번지)	유성	봉명	2016	430	0	0.004	0.068	0.033	0.035
와동2구역 주택재건축 정비사업	대덕	와	2020	707	0	0.044	0.064	0.013	0.051

<표 2-2> 갑천A 단위구역의 개발사업 - 계속

개발계획명 (사업명)	행정구역		준공 년도	계획인구(인)		개발 면적 (km ²)	T-P 배출부하량 (kg/일)		
	구	동		가정 인구	영업 인구		계	점	비점
복수동1구역 주택재개발정비사업	서	복수	2017	2,141	0	0.066	0.183	0.058	0.125
봉명동 도시형생활주택(640-4번지)	유	봉명	2016	286	0	0.001	0.030	0.014	0.016
어남동 도시관리계획 (폐기물처리시설)	중	어남	2016	0	0	0.028	0.009	0.009	0.000
신일동 일반물류터미널사업	대덕	신일	2016	0	0	0.029	0.097	0.050	0.047
관암지구 도시개발사업	동	관암	2017	4,357	0	0.136	0.457	0.159	0.298
봉명동 도시형생활주택(644-2)	유성	봉명	2016	56	0	0.001	0.006	0.003	0.003
엑스포재창조사업 및 도룡거점지구 개발사업	유성	도룡	2016	0	0	0.592	2.367	0.980	1.387
갈마동 공동주택(338-1번지)	서	갈마	2017	197	0	0.003	0.038	0.017	0.021
건양대병원부지 2020년 대전도시관리계획	서	관저	2020	0	0	0.173	1.407	0.218	1.189
목동3 재정비촉진구역 주택재개발 정비사업	중	목동	2020	2,155	0	0.057	0.135	0.050	0.085
어남동 도시관리계획 (폐기물처리시설)(대덕아스콘환경)	중	어남	2016	0	0	0.028	0.009	0.009	0.000
대별동 도시계획시설 (경관광장,도로)	동	대별	2019	0	0	0.044	0.012	0.000	0.012
매봉근린공원 조성계획	유성	가정	2020	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
노은3지구 보금자리주택지구 조성	유성	지족	2017	1,661	0	0.047	0.235	0.085	0.150
용운주공아파트 주택재건축정비	동	용운	2019	2,557	0	0.108	0.142	0.033	0.109
만년동 도시형생활주택(372번지)	서	만년	2016	198	0	0.001	0.020	0.009	0.011
둔산동 도시형생활주택(1115번지)	서	둔산	2017	160	0	0.001	0.020	0.000	0.020
탄방동 도시형생활주택(769번지)	서	탄방	2016	96	0	0.001	0.011	0.005	0.006
관저4지구 도시개발사업	서	관저	2016	9,350	0	0.413	1.005	0.297	0.708
소 계(계획건수 : 53건)				120,189	0	14.107	18.468	4.712	13.756

2.1.3 삭감계획

삭감계획은 대전시 및 갑천A 단위유역의 배출부하량 적정화를 위하여 수립할 필요가 있다. 자연증감부하량과 개발부하량의 합이 할당부하량을 준수한다면 삭감계획을 수립할 필요가 없지만, 대부분의 경우에서 개발사업부하량 만큼의 삭감을 추진하여야 할당부하량을 만족하게 된다. 이에 대전시 할당부하량을 만족하기 위한 2016~2020년 사이에 필요한 삭감계획을 <표 2-3, 4, 5>과 같이 나타내었다.

<표 2-3> 갑천A 단위유역의 삭감시설 설치계획 (T-P)

시군구	삭감계획명	준공 년도	오염원 그룹별	삭감부하량(T-P kg/일)		
				합계	점	비점
동구	처리구역확대	2020	생활계	0.044	0.044	0.000
			토지계	0.000	0.000	0.000
서구	처리구역확대	2020	생활계	0.484	0.484	0.000
			토지계	0.000	0.000	0.000
	비점저감시설 (갑천지구 친수구역)	2018	토지계	0.205	0.000	0.205
유성구	처리구역확대	2020	생활계	0.061	0.061	0.000
			토지계	1.928	1.928	0.000
	처리구역확대 (둔곡, 신동지구)	2020	생활계	-0.033	-0.033	0.000
			토지계	0.293	0.293	0.000
	대전하수종말처리장 유량감소	2020	생활계	5.166	5.166	0.000
	대전하수종말처리장 방류수 재활용	2020	생활계	14.880	14.880	0.000
	비점저감시설 (갑천지구 친수구역)	2018	토지계	0.205	0.000	0.205
자운대오수처리장 대상시설 변경	2020	생활계	10.095	10.095	0.000	
대덕구	비점저감시설 (대전산업단지)	2020	토지계	6.260	0.000	6.260
	관거정비 (대전1·2산업단지 오접)	2020	생활계	21.787	21.787	0.000
소 계				61.375	54.705	6.670

<표 2-4> 갑천A 단위유역의 환경기초시설 관거정비 및 확대 계획 (T-P)

삭감 계획명	점/비점	준공 년도	삭감계획전 배출부하량 (kg/일)	삭감계획후 배출부하량 (kg/일)	삭감부하량 (kg/일)
하수도정비기본계획에 따른 하수관거 정비	점	2020	237.802	235.285	2.517
국제과학 비즈니스벨트 하수관거 정비	점	2017	264.649	264.057	0.260
대전1·2산업단지 오점배출의 개선	점	2020	22.129	0.342	21.787

<표 2-5> 갑천A 단위유역의 비점오염저감시설에 의한 삭감부하량 (T-P)

삭감계획명	처리 공법	삭감대상 부하비	발생부하량 (kg/일)	삭감대상 부하량(kg/일)	처리효율 (%)	삭감부하량 (kg/일)
		T-P	T-P	T-P	T-P	T-P
대전산업단지 재생사업지구 내	저류형		4.372	17.388	36	6.260
대전도안 갑천지구 천수구역 조성사업	인공습지		0.866	0.682	60	0.410

2.1.4 각종 배출부하량

수질오염총량제에서는 다음의 <표 2-6>과 같이 다양한 배출부하량을 조사, 예측, 산정함으로써 단위유역의 배출부하량을 관리하게 된다.

- 최초배출부하량 : 각 해당년도의 1월 1일 기준의 배출부하량임
- 자연증감부하량 : 해당년도 1월 1일 ~ 12월 31일까지 예측되는 개발사업에 의한 배출부하량임
- 지역개발부하량 : 실제 계획된 개발계획부하량과 추가 개발사업을 수용할 수 있는 여유량을 합한 부하량임. 일반적으로 기본계획에서 정해짐
- 삭감전배출부하량 : 최초배출부하량, 자연증감부하량, 지역개발부하량을 모두 합한 부하량임
- 삭감부하량 : 삭감전배출부하량이 할당부하량을 초과한다면 삭감계획을 수립해야 하는 것으로, 할당부하량에서 삭감전배출부하량을 뺀 부하량보다 큰 삭감부하량을 수립해야 함
- 삭감후배출부하량 : 삭감전배출부하량에서 삭감부하량을 뺀 값으로, 이는 0 이상의 값을 가짐
- 할당부하량 : 기본계획에서 진행되는 가장 중요한 배출부하량임. 단위유역의 배출부하량, 하천유역의 특성, 유달율의 데이터 및 수질모델링 거쳐 목표수질을 준수할 수 있는 기준배출부하량 및 안전율 10%를 차감한 할당부하량을 산정함
- 잔여량 : 할당부하량을 만족하기 위한 삭감목표부하량보다 삭감부하량이 더 클 경우 생성되며, 이 값은 향후에 추가 개발사업에 의한 부하량이 요구될 경우 사용할 수 있음

<표 2-6> 대전시 갑천A 단위유역의 연차별 T-P 부하량 총괄표

구분		연차별 T-P 할당부하량(kg/일)					
		2016년 (시작년도)	2017년	2018년	2019년	2020년 (최종년도)	
최초배출 부하량	점	294.874	294.874	294.874	294.874	294.874	
	비점	364.699	364.699	364.699	364.699	364.699	
	계	659.573	659.573	659.573	659.573	659.573	
자연증감 부하량	점	2.642	2.260	1.881	1.491	-35.292	
	비점	12.015	11.291	10.569	9.909	9.277	
	계	14.657	13.551	12.450	11.399	-26.015	
지역 개발 부하량	개발 계획	점	2.140	4.065	4.780	4.847	6.156
		비점	3.593	5.246	6.429	7.130	13.756
		계	5.733	9.311	11.209	11.977	19.912
	여유량	점	0.000	0.000	0.000	0.000	1.651
		비점	0.718	0.718	0.718	0.718	0.718
		계	0.718	0.718	0.718	0.718	2.369
	합계	점	2.140	4.065	4.780	4.847	7.807
		비점	4.311	5.964	7.147	7.848	14.474
		계	6.451	10.029	11.927	12.695	22.281
삭감전 배출부하량	점	299.656	301.199	301.535	301.212	267.389	
	비점	381.025	381.954	382.415	382.456	388.450	
	계	680.681	683.153	683.950	683.667	655.839	
삭감부하량	점	0.000	0.000	0.000	0.000	54.704	
	비점	0.000	0.000	0.410	0.410	6.670	
	계	0.000	0.000	0.410	0.410	61.374	
삭감후 배출부하량	점	299.656	301.199	301.535	301.212	212.684	
	비점	381.025	381.954	382.005	382.046	381.780	
	계	680.681	683.153	683.540	683.257	594.464	
할당부하량	점	299.656	301.199	301.535	301.212	217.375	
	비점	399.017	399.772	399.772	399.772	399.772	
	계	698.673	700.971	701.307	700.984	617.147	
잔여량	점	0.000	0.000	0.000	0.000	4.691	
	비점	17.992	17.818	17.767	17.726	17.992	
	계	17.992	17.818	17.767	17.726	22.683	

2.1.5 수질오염총량제 이행방안

수질오염총량제 기본계획 및 시행계획에서 제시한 할당부하량을 준수하기 위해서는 다양한 이행담보방안을 마련해야 한다. 특히 배출부하량에 가장 큰 영향을 미치는 하폐수처리시설과 같은 개별할당시설에 대해 시설할당부하량을 지정하여 모니터링을 거쳐 이행여부를 판단하여야 한다. 더불어 오염원조사, 삭감부하량 산정계획, 개발사업의 사후관리계획, 목표수질 관리를 위한 모니터링 계획이 포함된다.

가. 개별할당시설 지정현황

<표 2-7> T-P 할당시설 지정현황

할당 시설명	기존/ 신규	시설 용량 (m ³ /일)	계획배 출유량 (m ³ /일)	계획배 출수질 (mg/L)	할당 부하량 (kg/일)	할당부하량 이행시기(kg/일)				
						2016	2017	2018	2019	2020
대전하수 종말처리장	기존	900,000	510,000	0.240	122.400	-	-	-	-	122.400
흑석 하수처리장	기존	1,000	468	0.300	0.140	-	-	-	-	0.140
대덕산단 환경사업소	기존	60,000	49,351	0.300	14.805	-	-	-	-	14.805
자운대 오수처리장	기존	9,000	5,736	2.000	11.472	-	-	-	-	11.472

나. 시행계획 이행관리

(1) 이행평가를 위한 오염원조사 및 오염부하량, 삭감부하량 산정계획

○ 각 구청 전국오염원조사 담당자 교육 및 자료 입력

- 전국오염원조사 시 각 오염원별 정확한 자료 입력을 위해 대전광역시 및 5개 구청의 전국오염원조사 작성자의 사전 교육 실시

- 전국오염원조사 양식에 대한 이해 및 현실 고려 교육
- 5개 자치구에서 조사된 전국오염원조사 결과를 선검토
- 전국오염원조사 작성 담당자와 협의

○ 오염부하량 산정 및 평가

- 전국오염원조사 자료에 의해 당해연도 배출부하량 산정
- 시행계획에 따른 연차별 할당부하량과 각 오염원 그룹별 배출부하량 비교
- 여유부하량 및 초과배출부하량 산정 후 할당부하량의 초과원인 분석

(2) 할당시설 및 비할당시설의 지정·관리계획

(3) 지역개발사업 사후관리계획(비점저감시설 설치 및 운영관리 등)

- 개발사업으로 인한 점배출부하량을 최소화하기 위해 개별처리 감소
- 비점배출은 협의 시 발생부하량 최소화 및 최적관리기법을 적용할 수 있도록 유도
- 비점오염저감시설에 대한 사후관리를 위해서 년 1회 이상의 지도점검 계획 수립

(4) 오염부하량 할당대상시설 등 오염물질의 배출·삭감시설에 대한 수질 및 유량조사계획

- 대전하수종말처리장, 흑석하수처리장, 대덕산단환경사업소, 자운대오수처리장으로 8일 간격으로 연간 30회 이상 수질 및 유량 모니터링을 실시
- 채수 분석을 실시하여 모니터링 장치의 적정운영 여부와 할당부하량의 준수여부를 점검

(5) 목표수질관리를 위한 모니터링계획

- 하천 수질 및 유량 모니터링은 환경부(금강물환경연구소)에서 수행하고 있는 대전광역시 관할 용호천(금본G) 지점에 대하여 모니터링 결과를 평가

제2절 갑천유역 오염배출 현황

2.2.1 배출부하량

<표 2-8> 최종년도 오염원그룹별 배출부하량 할당내역

오염원그룹		배출부하량			할당부하량			삭감 목표 부하량	삭감 부하량	삭감후 최종배출 부하량	잔여량
		기존	최초	삭감전 최종	계	오염원	지역개발 부하량				
		A	B	C	D=c+d	c	d				
생활계	점	253.758	281.532	253.966	202.749	195.416	7.333	60.124	52.484	201.483	1.266
	비점	92.384	94.962	103.332	107.962	96.031	11.931	0.001	0.000	103.332	4.630
	계	346.141	376.493	357.299	310.711	291.447	19.264	60.125	52.484	304.815	5.896
축산계	점	0.042	0.000	0.042	0.075	0.075	0.000	0.000	0.000	0.042	0.032
	비점	12.972	0.000	11.686	12.085	12.085	0.000	0.000	0.000	11.686	0.399
	계	13.014	0.000	11.729	12.160	12.160	0.000	0.000	0.000	11.729	0.432
산업계	점	5.328	7.159	7.412	9.938	9.464	0.474	0.085	0.000	7.412	2.526
	비점	1.637	1.629	1.831	1.955	1.711	0.244	0.000	0.000	1.831	0.124
	계	6.965	8.788	9.243	11.893	11.175	0.718	0.085	0.000	9.243	2.650
토지계	점	4.104	5.032	4.833	3.478	3.478	0.000	2.253	2.221	2.613	0.866
	비점	272.339	268.109	271.601	277.770	275.471	2.299	6.850	6.670	264.931	12.839
	계	276.443	273.141	276.434	281.248	278.949	2.299	9.103	8.891	267.543	13.705
양식계	점	1.041	1.041	1.041	1.041	1.041	0.000	0.000	0.000	1.041	0.000
	비점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	계	1.041	1.041	1.041	1.041	1.041	0.000	0.000	0.000	1.041	0.000
매립계	점	0.080	0.110	0.094	0.094	0.094	0.000	0.000	0.000	0.094	0.000
	비점	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	계	0.080	0.110	0.094	0.094	0.094	0.000	0.000	0.000	0.094	0.000
합 계	점	264.352	294.874	267.389	217.375	209.568	7.807	62.462	54.704	212.684	4.691
	비점	379.332	364.699	388.450	399.772	385.298	14.474	6.851	6.670	381.780	17.992
	계	643.684	659.573	655.839	617.147	594.866	22.281	69.313	61.374	594.464	22.683

<표 2-6>이 연차별 각종 배출부하량을 제시하였다면, <표 2-8>에서는 여기에 6개 오염원별로 나누어 오염원별 비율을 알 수 있게 정리하였다.

예측이 아닌 실제 자료로 산정한 기존배출부하량은 총 643.684 kg/일이 산정되었는데 그 중에서 생활계에서 53.8%, 토지계에서 42.9%로 두 오염원에서 전체의 96.7%를 차지하였다. 산업이 많이 활성화되어 있는 도시나(산업계에서 약 10% 이상) 축산두수가 많은 지자체(축산계 약 40% 이상)가 있는 현상에 비하여, 대전시는 연구, 과학, 소비가 활성화되어 있으며 도심면적이 넓은 특성을 정확히 나타나고 있다.

지역개발부하량은 생활계 86.5%, 토지계 10.3%, 축산계 2.0%, 산업계 1.9%, 양식계 0.2%로 나타났다. 이는, 축산 및 산업에 대한 개발계획이 있지만 대전시에서 예정되어 있는 대부분의 개발사업은 주거 및 영업에 해당하는 계획이 대부분임을 알 수 있다.

삭감부하량은 생활계에서 85.5%, 토지계에서 14.5%로 두 개 오염원이 100%를 차지하고 있는데, 타 오염원에서는 삭감계획을 수립할 수 있는 마땅한 방법이 없기 때문에 판단된다.

2.2.2 미처리 오염배출의 종류

인류는 인구의 증가, 산업의 발달로 인하여 오염이라는 말이 생겨났다고 볼 수 있다. 물론, 어떠한 물질의 농도가 높다고 모두 오염이라고 하지는 않는다. 단지 사람들이 살아가는데 있어서 어떠한 물질에 대한 위해를 느꼈을 때, 이를 오염이라고 흔히 지칭하고 있다. 그리고 시기적으로는 대체로 다음과 같은 사항에 대해서 오염에 대해서 체감이 변화하고 있다.

- ① 과거 하수의 수집 및 처리에 대한 인식이 부족하였을 때의 미처리 배출
: 인구의 집중, 산업폐수의 발생이 자연이 정화시킬 수 있는 능력을 초과함에 따라 일어나는 초기의 오염 형태임. 국내에서는 거의 해결된 문제이지만 중국, 인도네시아 등의 산업위주 국가에서는 생활환경 악화의 주 원인이 되고 있음
- ② 과거 비점오염관리의 미성숙 시기에 있었던 미처리 배출
: 농업퇴비, 축산퇴비, 과도한 비료의 사용 등은 도시화에 의한 오염배출은 아니지만, 1차산업의 생산성 증대를 위해서 과다한 투여에 의한 오염배출이라고 할 수 있음
- ③ 오염사고 발생에 의한 배출
: 도시 및 1차산업에 의한 배출과 같이 지속성이 있는 배출은 아니지만, 오염방지에 대한 시선의 변화로 환경기초시설을 완비한 후에는 이러한 시설의 운영사고에 의하여 갑작스런 오염배출을 감시하게 됨. 더불어 차량사고, 선박사고, 특정적으로 유해한 오염원의 지속적인 배출 등이 오염사고에 의한 배출이라 할 수 있음
- ④ 하수도시설의 원활한 관리의 실패에 의한 배출
: 기초적인 환경기초시설이 구비됨에 따라, 이러한 시설의 시스템 오류에 의

한 오염배출이 생겨나고 있음. 관로의 오점, 하수처리시설의 미숙한 운전에 의한 목표수질 초과 등이 해당됨

⑤ 도시화 및 축산업 등에 의한 비점오염 발생으로 인한 배출

: 도시화에 의한 불투수성의 증가 및 우수유출률의 증가, 축산업에서 발생하는 축산분뇨의 불완전한 처리 및 농지살포 등은 점배출오염을 대부분 삭감한 상황에서 새로운 오염인자로 인식하게 됨. 하수관거유출오염물질(CSOs), 우수관거유출오염물질(SSOs), 미성숙 축산분뇨의 퇴비 사용으로 인한 오염배출 등이 해당됨

⑥ 하천관리 방법의 실패에 의한 배출

: 하천을 관리하는데 있어서는 오염이 중간 이상이 지역에서는 하상구조물 없이 빠르게 순환을 시켜주어야 함. 이러한 곳에 부유오염물질이 침전할 정도 이하로 유속이 낮아지면 오염물질 침전·축적, 혐기성 분해·침출 등의 진행으로 녹조·적조와 같은 부영양화 및 용존산소 저하가 발생함

⑦ 기타 오염 배출

: 여름철 아스팔트 표면을 통과한 열수의 하천유출, 하수관거에서 나오는 악취, 강수시 몇몇 업체에서 미처리 오폐수의 의도적인 배출 등

제3절 갑천 수질변화

2.3.1 지점별 농도의 변화

대전시를 관통하는 갑천의 상류부터 하류까지 5개 주요지점의 모니터링 지점은 <그림 2-1>에 나타냈으며, 모니터링 내용은 <그림 2-2, 3>과 같이 나타내었다.⁶⁾



<그림 2-1> 갑천의 주요 수질모니터링 지점

6) 환경부 물환경정보시스템, <http://water.nier.go.kr/front/waterPollution/pollutionInfo.jsp>

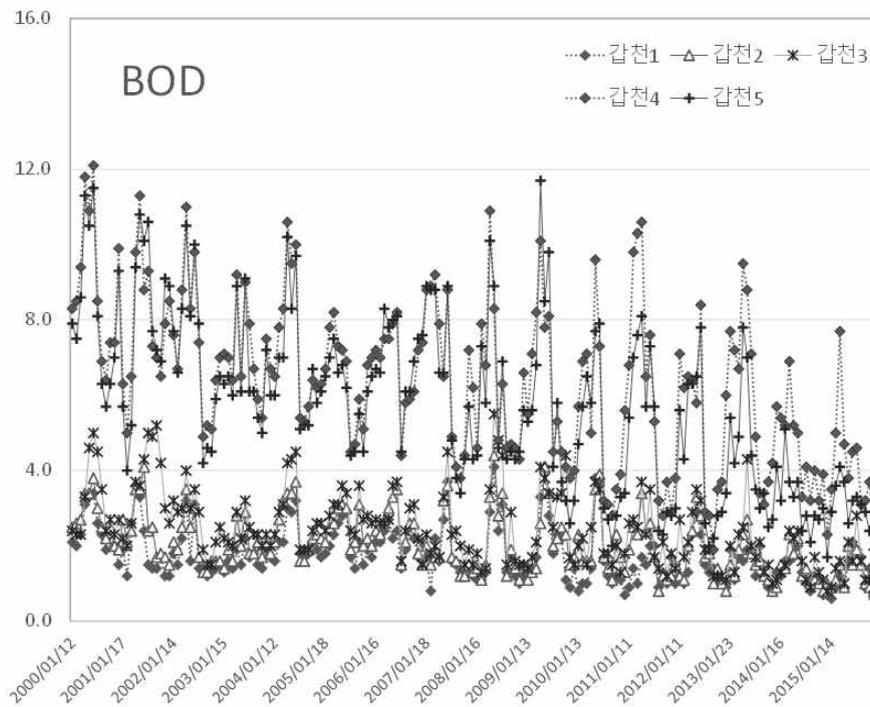
대전시 보건환경연구원에서 월1회 모니터링하는 갑천지점은 5지점이 있다.

가장 상류에 있는 갑천1지점은 갑천유역에서 도심이 시작되는 지점이다.

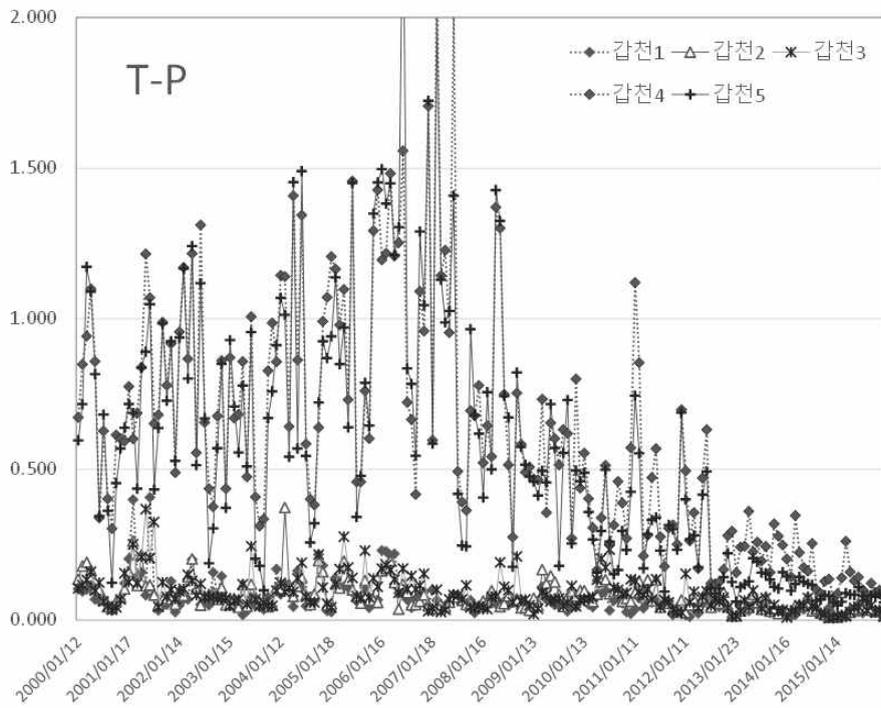
갑천2와 갑천3지점은 대전시 신도심 중앙에 위치하고 있어 도심의 비점오염원 유입시 즉각적으로 영향을 받을 수 있다.

갑천4지점은 대전시 도심 및 최대배출이 이루어지는 대전하수처리장 유출이 있는 직후의 지점이다.

마지막으로 갑천5지점은 갑천 최하류 지점으로 갑천4지점 이후 습지 및 침전에 의한 자정작용의 영향을 받을 수 있다고 판단된다.



<그림 2-2> 갑천의 BOD 농도변화

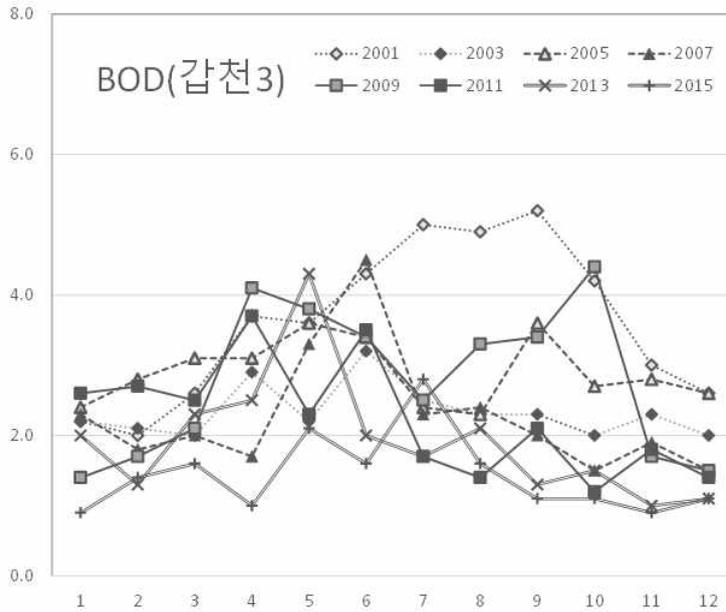


<그림 2-3> 갑천의 T-P 농도변화

<그림 2-2, 3>에 2000년 1월부터 2015년 12월까지의 갑천 1~5지점의 BOD 및 T-P의 수질변화를 나타내었다.

갑천1~3은 년도, 계절별 차이가 크지 않은 반면 갑천4~5는 계절별로 편차가 크며, 2008년 이후 특히 T-P의 농도가 많이 낮아지는 경향을 보였는데, 이는 대전 하수처리장에 고도처리, 3차처리가 도입되었기 때문이다.

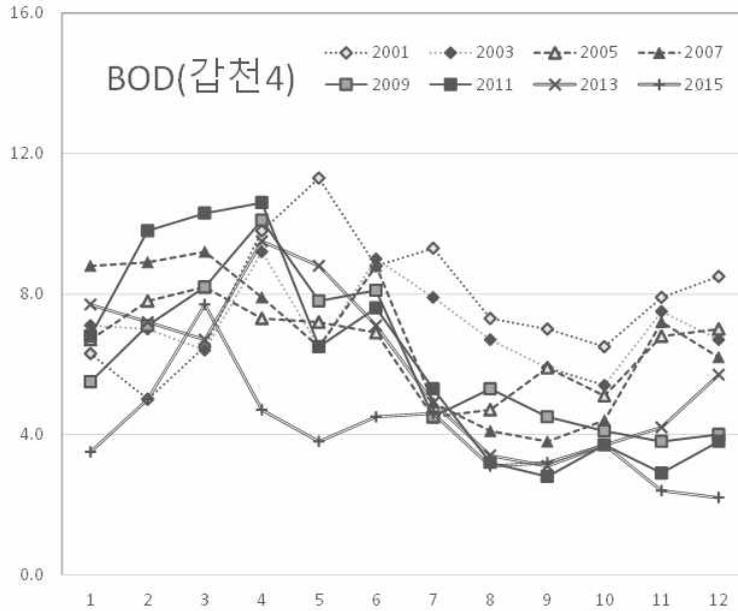
2.3.2 년도별 평균농도의 변화



<그림 2-4> 년도별 갑천3지점의 BOD 수질변화

갑천3지점은 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입이 비교적 없는 지점이다. 계절별로는 봄과 가을에 평균보다 높은 농도를 보이고 있다.

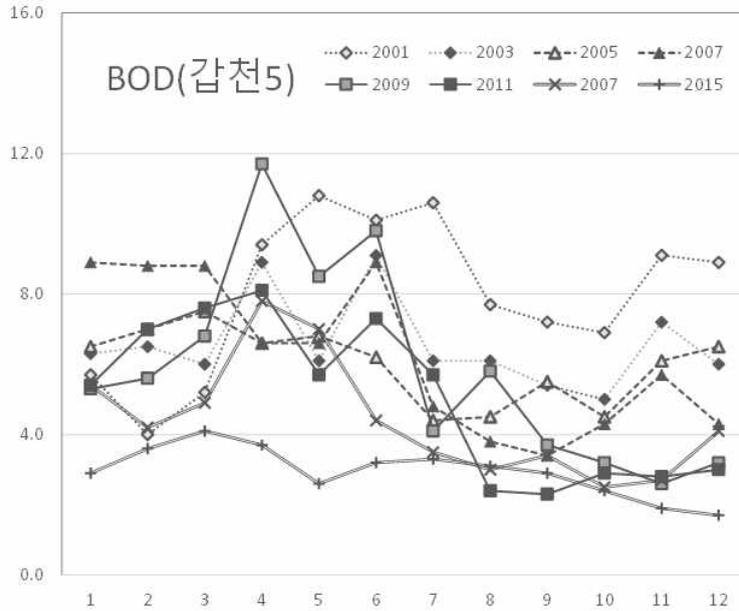
기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 2.8 mg/L, 그 이후의 평균값은 2.0 mg/L로 약 29%가 개선되는 것으로 보면, 갑천 상류에서도 하수관거정비사업, 축산농가 개선, 비점오염원 관리 등의 지속적인 사업의 효과라고 볼 수 있다.



<그림 2-5> 년도별 갑천4지점의 BOD 수질변화

갑천4지점은 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입을 직접적으로 영향받는 지점이다. 계절적 특성으로는 겨울철에 농도가 높아졌다가 4월 이후 안정을 찾아가는 패턴을 보이고 있다.

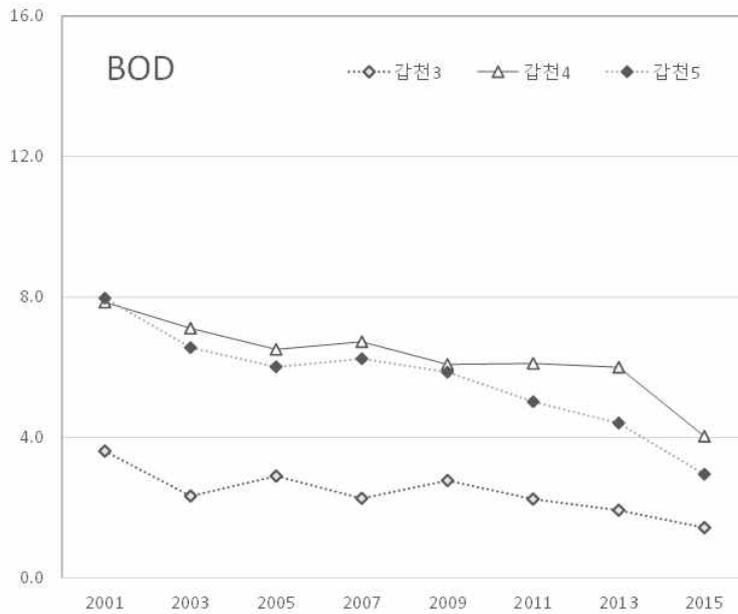
기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 7.3 mg/L, 그 이후의 평균값은 5.4 mg/L로 약 26%가 개선되었으며, 2015년에는 4.0 mg/L로 점차 농도가 낮아지고 있다. 이는 하수관거정비사업, 하수처리장 방류농도 안정화, 불명오염원의 배출억제 등의 지속적인 사업의 효과라고 볼 수 있다.



<그림 2-6> 년도별 갑천5 지점의 BOD 수질변화

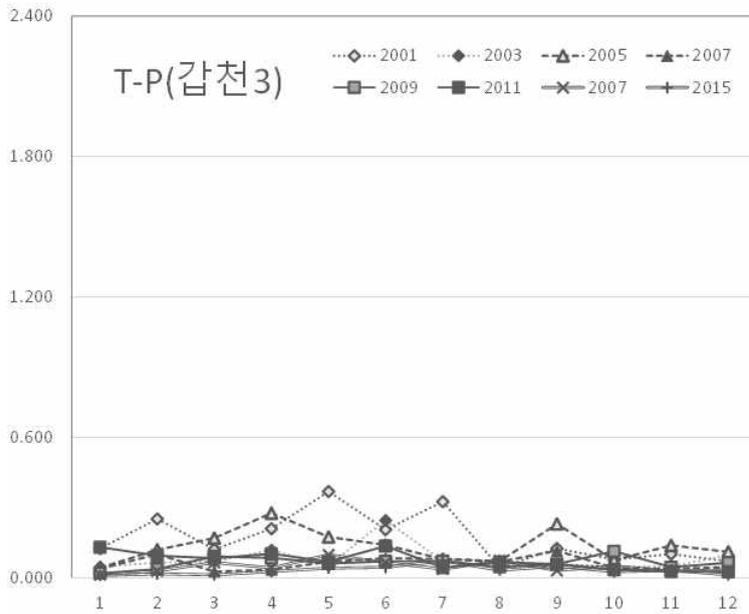
갑천5지점은 갑천4지점과 마찬가지로 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입을 직접적으로 영향받는 지점이다. 계절적 특성으로는 겨울철에 농도가 높아졌다가 4월 이후 안정을 찾아가는 패턴을 보이고 있다.

기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 7.0 mg/L, 그 이후의 평균값은 4.5 mg/L로 약 36%가 개선되었으며, 2015년에는 3.0 mg/L로 나타나 갑천4지점보다 낮은 농도를 보인다. 이는 하수관거정비사업, 하수처리장 방류농도 안정화, 불명오염원의 배출억제와 더불어 높은 자정작용이 작용했음을 알 수 있다.



<그림 2-7> 갑천 주요지점의 연도별 BOD 수질변화

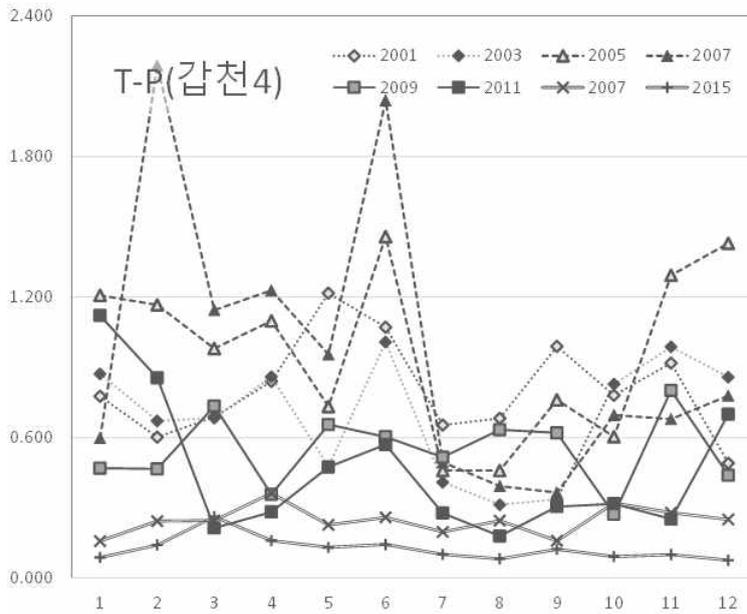
갑천을 기준으로 하여 연도별(평균) BOD 농도를 나타내면 위의 <그림 2-7>과 같다. 물론 갑천3~갑천4 사이에는 대전하수처리장이 위치하여 전체적으로 갑천4 지점에서 수질이 대폭 증가하였음을 알 수 있다. 특히 2007년 이후 고도처리 및 2011~2012년의 3차처리시설 설치로 그 차이는 줄어들게 되었다. 하지만, 2013년의 대전하수처리장 평균 방류농도가 2013년 3.1 mg/L, 2015년 3.5 mg/L인 것을 고려하면 갑천4의 수질이 크게 증가한 것을 알 수 있다. 이는 갑천3~갑천4 사이에 불명오염원이 상당부분 존재한다는 것을 의미할 수 있다.



<그림 2-8> 년도별 갑천3지점의 T-P 수질변화

갑천3지점은 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입이 비교적 없는 지점이다. 계절별로는 봄과 가을에 평균보다 높은 농도를 보이고 있다.

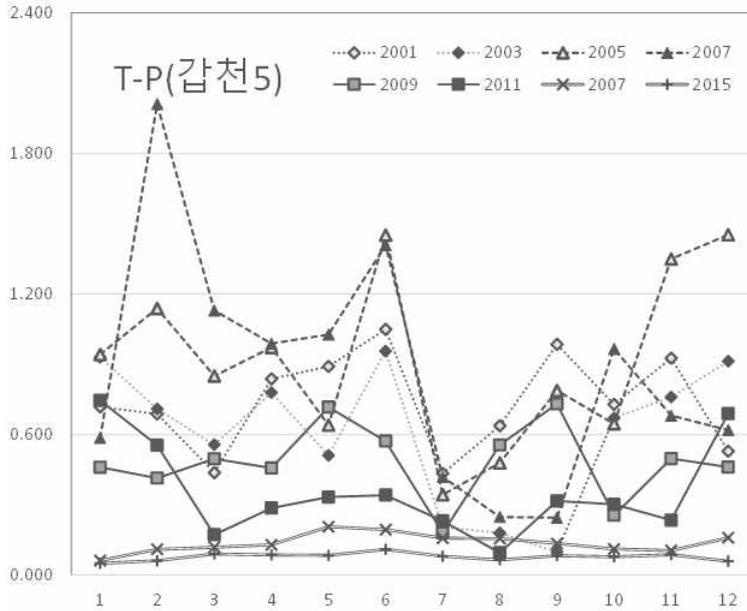
기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 0.110 mg/L, 그 이후의 평균값은 0.067 mg/L로 약 39%의 높은 개선을 보였는데, 이는 갑천 상류에서도 하수관거정비사업, 축산농가 개선, 비점오염원 관리 등의 지속적인 사업의 효과라고 볼 수 있다.



<그림 2-9> 년도별 갑천4지점의 T-P 수질변화

갑천4지점은 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입을 직접적으로 영향받는 지점이다. 계절적 특성으로는 겨울철에 농도가 높아졌다가 5월 이후 안정을 찾아가는 패턴을 보이고 있다.

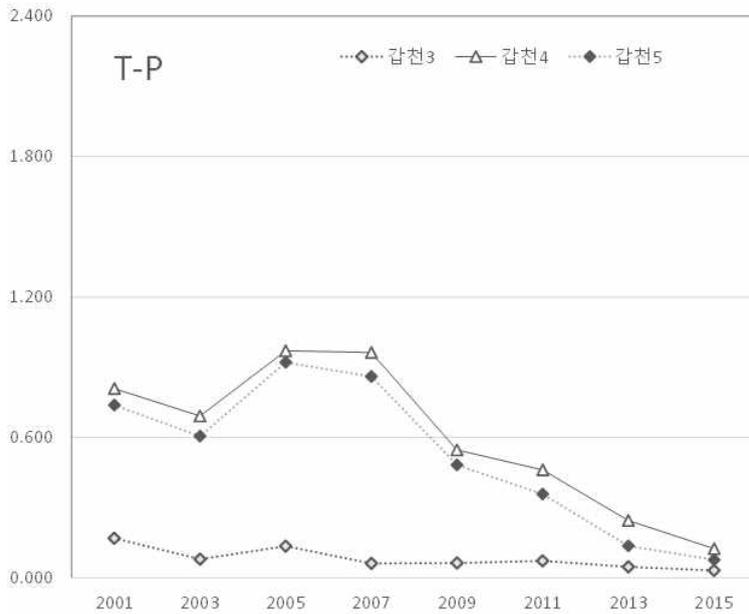
기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 0.862 mg/L, 그 이후의 평균값은 0.364 mg/L로 약 58%가 개선되었으며, 2015년에는 0.125 mg/L로 확실하게 그 농도가 낮아지고 있다. 이는 하수관거정비사업, 고도처리 및 3차처리에 의한 하수처리장 방류농도 안정화, 불명오염원의 배출억제 등의 지속적인 사업의 효과라고 볼 수 있다.



<그림 2-10> 년도별 갑천5지점의 T-P 수질변화

갑천5지점은 갑천4지점과 같이 갑천라바보 및 대전하수처리장, 불명오염원의 유입을 직접적으로 영향받는 지점이다. 계절적 특성으로는 겨울철에 농도가 높아졌다가 5월 이후 안정을 찾아가는 패턴을 보이고 있다.

기간별로 농도를 살펴보면 2007년까지의 평균값은 0.824 mg/L, 그 이후의 평균값은 0.299 mg/L로 약 64%가 개선되었으며, 2015년에는 0.078 mg/L로 확실하게 그 농도가 낮아졌다. 이는 하수관거정비사업, 특히 하수처리장의 고도처리 및 3차처리에 의한 방류농도 안정화, 불명오염원의 배출억제 등의 지속적인 사업의 효과라고 볼 수 있다.



<그림 2-11> 갑천 주요지점의 연도별 T-P 수질변화

갑천을 기준으로 하여 연도별(평균) T-P 농도를 나타내면 위의 <그림 2-11>과 같다. 물론 갑천3~갑천4 사이에는 대전하수처리장이 위치하여 전체적으로 갑천4 지점에서 수질이 대폭 증가하였음을 알 수 있다. 특히 2007년 이후 고도처리 및 2011~2012년의 3차처리시설 설치로 그 차이는 줄어들게 되었다. 하지만, 2013년의 대전하수처리장 평균 방류농도가 2013년 0.192 mg/L, 2015년 0.131 mg/L 인 것을 고려하면 갑천4의 수질이 크게 증가한 것을 알 수 있다. 이는 BOD와 마찬가지로 갑천3~갑천4 사이에 불명오염원이 상당부분 존재한다는 것을 의미할 수 있다.

제 3 장

갑천의 오염배출 관리 문제점

제1절 갑천 라바보에 의한 수질 악화

제2절 추가 개발사업의 발생

제3절 삭감계획 수립의 어려움

갑천의 목표수질 준수를 위한 배출부하량 적정화 방안

제3장 갑천의 오염배출 관리 문제점

제1절 갑천 라바보의 수질 악화

3.1.1 미처리 오염배출의 존재

대전시는 갑천으로 그 지류 및 점배출원으로부터 오염물질이 유입됨으로 갑천의 수질이 변화하고 있다. 본 연구의 모니터링 결과 및 환경부/대전광역시 측정망의 수질데이터를 종합하면 대덕대교까지는 오염원 패턴에 큰 변화를 보이지 않는다. 반면, 갑천에 유등천이 합류된 후 라바보~갑천교 구간에서 모니터링으로 조사된 유입되는 오염원에 비교하여 수질이 급격히 악화되는 패턴을 보이고 있다. 과거에 대전하수처리장의 3차처리가 이루어지지 않았을 때에는, 그 원인을 대전하수처리장 방류수에 두었다. 하지만, 2011년 총인처리시설을 설치하여 방류수의 BOD, T-P 수질이 개선되면서 이보다 높은 수질의 갑천교 지점은 불명오염원의 영향을 받게 되었다는 가정에 대하여 검토를 진행하게 하였다.

이러한 지역의 불명오염원으로는 아래의 <그림 3-1>와 같이 라바보 및 미사용 관거에 의하여 정체된 오염물질의 내부생산, 산업단지의 CSOs 배출, 오접에 따른 미처리 배출 등이 있는 것으로 조사되었다.



<그림 3-1> 갑천라바보 인근 지점의 문제점

이러한 불명오염원은 3단계 수질오염총량제를 수립하면서 적절한 수질모델링이 구축되지 않는 등의 문제점이 발생되었다. 이에 환경부, 대전시와 대전발전연구원의 아래의 절차를 거쳐 불명오염원 조사를 수행하여 <그림 3-2>와 같은 예측을 하게게 되었다.

2015.05.11. 환경부 회의

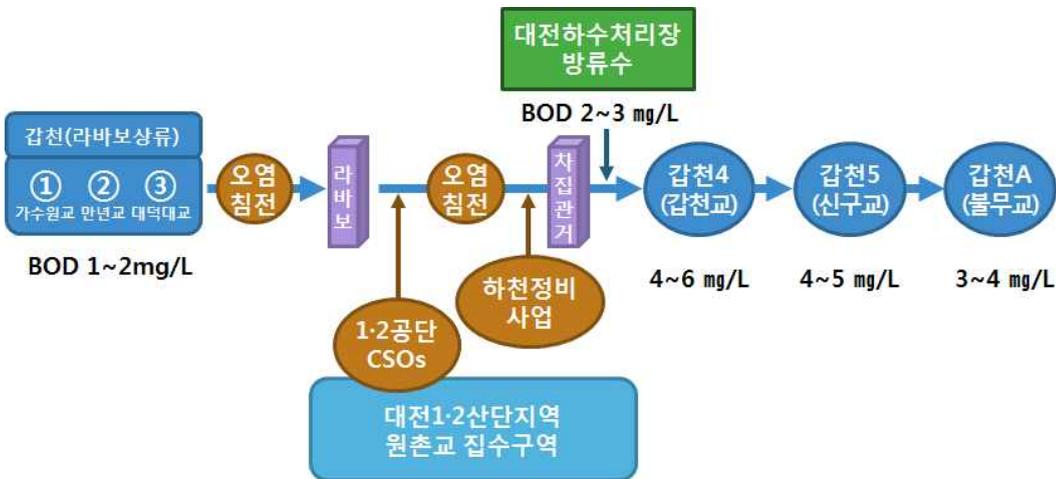
- 대전시, 환경부, 국립환경과학원, 대전발전연구원 등 참석
- 불명오염원 파악 및 이의 유출 방지에 의한 삭감계획 인정방안 제시(환경부)

2015.05.15. 불명오염원 의심현장 답사/모니터링

- 원촌교 인근 대형 오염발생원인 1·2산업단지의 건기/우기시 배출상황 답사
- 라바보 등 하천수 정체에 의한 오염물질 축적 및 내부생산 발생 확인
- 우기시 타 지역보다 집중되는 CSOs 배출 확인

2015.05.27. 불명오염원 관련 관리담당자 대책회의

- 오염배출 모니터링, 1·2공단 분류식화, 전용관로 설치, 라바보 운영(담수, 준설 등), 비점저감시설 설치, CSOs 관리 등 불명오염 삭감 관계자 협조 요청



<그림 3-2> 갑천 하류지역의 불명오염원 예측

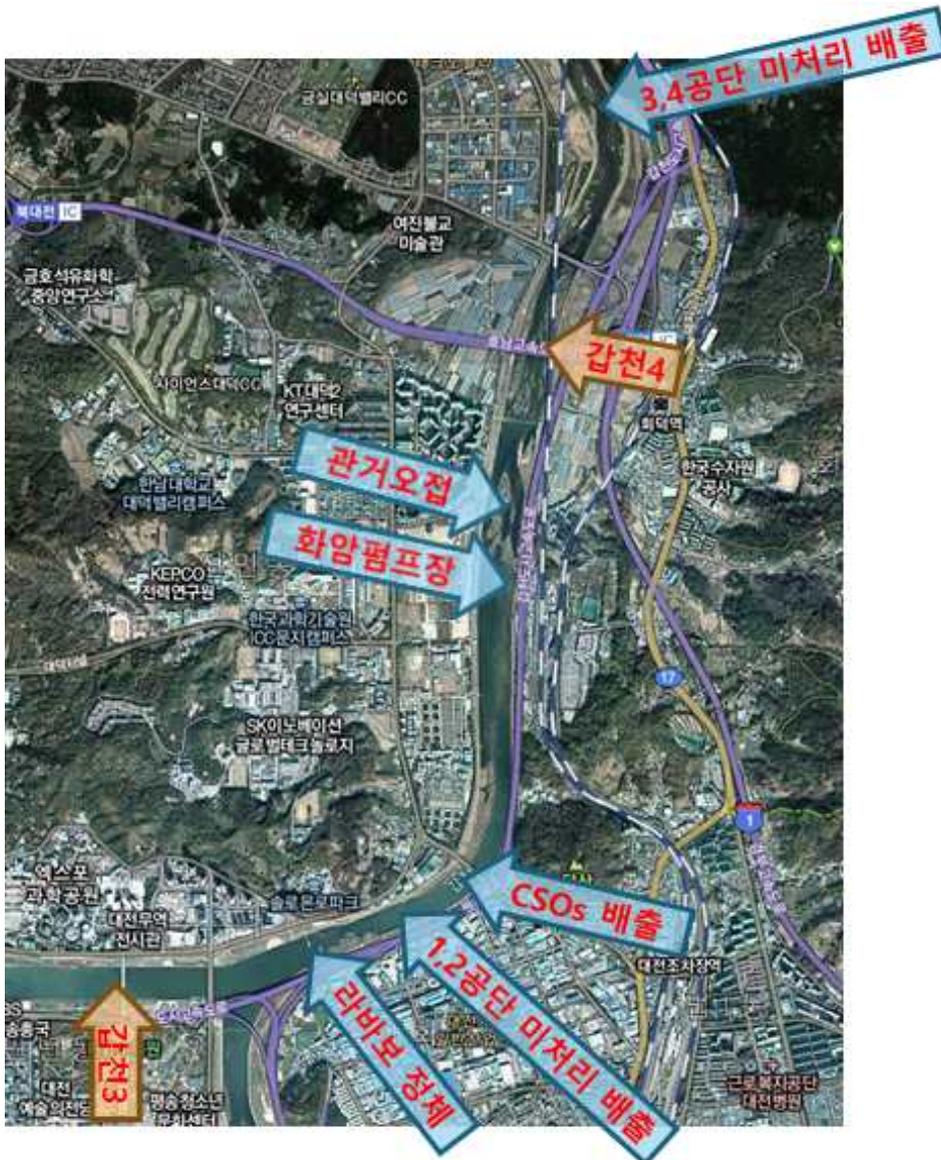


<그림 3-3> 현장답사로 모니터링 된 갑천수질 악화 후보들

미처리 오염배출되는 불명오염원의 존재를 예측하고 갑천 라바보 이후의 갑천수질 악화 인자들의 현장답사 및 문헌조사를 진행하였다.

현장답사로는 첫 번째로 갑천라바보에 많은 오염물질이 축적되어 있었으며 하천 하부에서 혐기성 반응이 일어남을 알 수 있었다. 두 번째로는 대전산업단지(1,2공단), 엑스포아파트 옆 우수구거에서 미처리배출이 있음을 확인할 수 있었다. 세 번째로는 대전산업단지에서 대전하수처리장으로 이송되는 하수관거에서 CSOs 유출 및 협잡물의 스크린 걸림으로 인한 간헐적인 미처리배출이 있었음이 확인되었다.

문헌조사로는 첫 번째 하상구조물은 체류시간의 증가로 질소와 인의 농도 증가를 일으킬 수 있으며, 둘째로 시설관리공단의 기록에서 대덕과학단지 오수의 일부가 미처리배출된 것을 확인하였다. 세 번째로는 하수도정비기본계획 진행 중에 전민동 및 서구 일원에서 오점이 있음을 확인하였으며, 대덕산업단지(3,4공단)에서도 일부 오점 가능성이 있음을 제시하였다.



<그림 3-4> 문천조사를 통한 갑천수질 악화 후보지

4.3.2 배출부하량 비교에 의한 불명오염원 기여도

대전시의 수질오염총량관리 제3단계 기본계획에서 기존년도(2012년)을 기준으로 실측 모니터링 자료를 사용하고 있다. 본 연구에서도 같은 시기인 2012년 갑천 하류의 주요 오염현황으로 불명오염원으로 예측되는 부하량을 산정하였다. 산정은 <그림 3-5>와 같이 갑천 농도가 급증하는 갑천교를 기준으로, 유달부하량에 영향을 주는 갑천의 대덕대교, 유등천의 대화대교 그리고 대전하수처리장의 유량과 농도를 사용하였다.



<그림 3-5> 갑천하류 주요 오염원 현황도

불명오염원 부하량 예측산정을 위하여 아래의 식을 수립하였으며, 산정 결과는 다음의 <표 3-1>에 나타난 바와 같.

$$\text{불명오염원} = \text{갑천교} - (\text{대덕대교} + \text{대화대교} + \text{대전하수처리장})$$

<표 3-1> 갑천 하류의 오염현황 및 불명오염부하량 산정 (2012년)

	유 량 (CMS)	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	BOD (kg/일)	T-P (kg/일)	비 고
갑 천 교(갑 천)	11.116	5.10	0.293	4,898.2	281.4	
대덕대교(갑 천)	2.763	2.19	0.066	522.8	15.8	
대화대교(유등천)	2.032	1.94	0.068	340.6	11.9	
대전하수처리장	6.321	3.52	0.207	1,922.4	113.0	
예측 불명오염원	-	-	-	2,112.4	140.66	

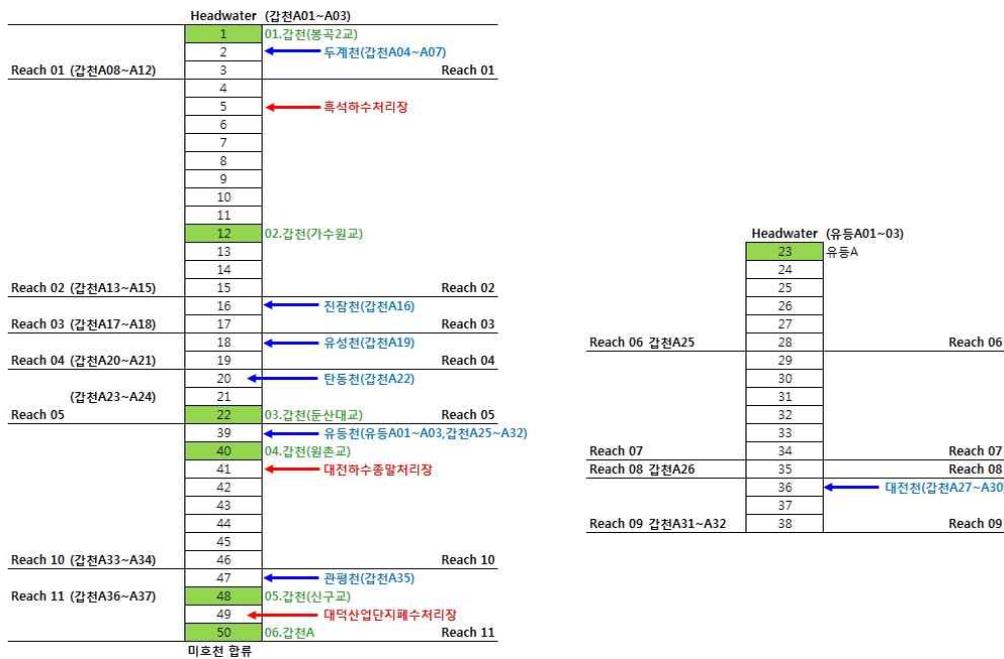
2012년 기준으로 갑천교 유달부하량은 BOD 4,898.2 kg/일, T-P 281.4 kg/일 이지만 상류 오염물질 이동통로인 갑천(대덕대교), 유등천(대화대교) 및 대전하수 처리장의 배출부하량은 BOD 2,785.8 kg/일, T-P 140.7 kg/일에 불과하여 부하 량에 큰 차이가 발생하였다. 이는 라바보~갑천교 구간에 내부생산 혹은 불명오염 원의 유출이 있다는 것을 의미하고 있다. 이렇게 산정된 불명오염부하량은 갑천교 의 유달부하량 약 50%에 해당하며, 오히려 대전하수처리장 배출부하량보다 많은 수치이다. 이에, 일부 오염배출의 흔적을 찾아내기도 했지만, 갑천 하류지역의 모 다 세밀한 모니터링을 진행하여 하천관리를 할 필요가 있다.

단, 불명오염원에 대해서는 확실한 예측을 하기가 힘든데 그 이유로는 ①과거 년도(2012년) 기준의 모니터링 수행 불가 ②라바보 등에 의한 침전오염물의 하천 용출 객관화 어려움 ③CSOs배출량 산정을 위한 모니터링 없음 ④수생식물 및 자 정작용에 의한 삭감저감 모델링 수립 어려움 ⑤아직 알지 못하는 미처리배출원의 파악 어려움 등이 있다.

3.1.2 기초 모니터링의 부족

대전시 하천수 모니터링은 대전보건환경연구원, 금강물환경연구소에서 월 1회만이 진행되고 있다. 이러한 모니터링은 주기적으로 대표지점에 대한 수질 제시라는 의미는 제시할 수 있겠지만, 수질관리에 있어서 인과관계를 구축하는데 많은 어려움이 있다. 특히, 수질 이외에 유량의 모니터링을 진행하지 않아 얼마만큼의 오염부하량이 이송되는지에 대한 검토가 불가능한 문제점이 있다.

근래에는 5년 주기로 수질오염총량제를 진행하면서 <그림 3-6>의 화살표 및 녹색 셀에 해당하는 갑천유역 17개 지점에서 유량과 수질을 모니터링하고 있지만, 이는 불명오염원이 없다는 것을 전제로 주요 하천과 주요 점배출시설의 관계를 수질모델링에 적용하기 위한 것이다. 대전시 모든 지역에 대해서 정기적인 모니터링이 어려울 수 있지만 주요 소유역별로 세부 모니터링을 진행하여 불명오염원 여부에 대한 검토를 진행할 필요가 있다.



<그림 3-6> 대전광역시 단위유역 수질모델링

제2절 추가 개발사업의 발생

3단계 수질오염총량제에는 59개 사업에 T-P 19.912 kg/일을 적용시켰다. 이는 22.281 kg/일 이하로 기 승인된 개발사업의 진행은 문제가 없다. 하지만 기본계획 승인 이후 추가 개발사업이 발생하면서 할당부하량을 만족하기 위한 배출부하량 적정화방안이 요구가 된다.

<표 3-2> 대전시 개발사업 관련 부하량

유역	지역개발부하량 (A)	개발계획 (B)	여유량 (C=A-B)	추가확보 요구량	비고
갑천 A	22.281	19.912	2.369	20.000	

기본계획 승인 직후 추가 개발사업을 진행하기 위한 여유량은 2.369 kg/일이었지만, 이것만으로는 5년 동안의 필요량을 만족하지 못할 것으로 예상된다. 2020년까지 예상되는 추가확보 요구량은 약 20 kg/일로 이를 확보하기 위한 대책이 필요하다. 이에, 우선적으로 구축할 수 있는 확보방안은 다음과 같다.

- ① 3단계 개획기간 내 추진이 불가능한 개발사업 및 취소사업의 부하량 전환
- ② 불명오염원의 차단 및 하수처리구역의 확대
 - : 불명오염원의 모니터링 및 확인은 대상을 새로이 확인하여 삭감계획을 수립할 수 있으며, 단독정화 및 오수처리의 하수처리시설 적용은 하수처리율을 높임으로써 추가 개발사업을 진행할 수 있음
- ③ LID(저영향개발기법) 도입 등 비점오염원 관리
 - : 현재 물순환선도도시 등에서 적용하는 저영향개발기법은 우수의 유출률을 낮추며, 비점저감시설의 오염저감효과를 기대할 수 있음

제3절 추가 삭감계획 수립의 어려움

현재 진행되고 있는 3단계 수질오염총량제 이전에 2005~2015년의 10여 년간 수질오염총량제 이행평가를 거치면서 많은 삭감계획이 이루어졌다. 대부분 하폐수 처리장의 처리수질을 낮추는 방법을 많이 적용하였으며, 하수처리율의 증대, 저류조 설치, 축산두수의 감소 등 비용대비 효율성이 높은 점배출의 처리가 우선시되었다. 하지만 그동안 수질오염총량제를 수립하는 우리나라의 대부분 지자체는 즉시 활용 가능한 삭감계획을 대부분 적용한 상황으로 추가적인 삭감계획의 발굴에 어려움을 겪고 있다.

앞 절에서도 불명오염원에 대한 예측이 어렵다고 기술하였는데, 이것은 불명오염원이 있어도 삭감계획을 수립하기 어려운 이유가 되기도 한다.

- ① 3단계 기본계획 기준년도(2012년) 기준의 모니터링 수행 불가
 - : 수질오염총량제 배출부하량은 2012년의 수질측정망을 이용하지만, 그 당시의 다양한 오염배출을 모니터링하기에는 시기적으로 불가능함
- ② 라바보 등에 의한 침전오염물의 하천용출 객관화 어려움
 - : 갑천 라바보는 7~15일의 체류시간으로 많은 유기물질이 침전되지만, 침전된 유기물질에서 침출되는 용존성 물질과의 상호관계가 구축되지 않았다.
- ③ CSOs 배출량 산정을 위한 모니터링 없음
 - : CSOs 배출은 강수시 합류식지역 우수토실에서 장시간 모니터링해야 하지만, 이를 증빙할 수 있는 여력이 부족하다.
- ④ 수생식물 및 자정작용에 의한 삭감저감 모델링 수립 어려움
 - : 습지에 의한 오염물질 흡수 이론은 많이 있지만 갑천 습지가 어떻게 구성되어 있고, 어떠한 오염물질을 흡수하며, 계절별로 어떻게 관리해야 하는지

정립되지 않은 어려움이 있다.

⑤ 아직 알지 못하는 미처리배출원의 파악 어려움

: 아직도 파악되지 않은 많을 수도, 적을 수도 있는 다양한 미처리 불명오염원의 관계 정립 및 모니터링이 부족하다.

제 4 장

배출부하량 적정화 방안

제1절 미처리 오염배출에 의한 수질악화 인자

제2절 추가 삭감계획의 수립

제3절 안전을 확보

제4장 배출부하량 적정화 방안

제1절 미처리 오염배출에 의한 수질악화 인자 분석

대전시 갑천의 특정구간에서 수질이 급격히 악화되고, 그 원인이 불명오염원에 있다는 것이 밝혀졌으므로, 그 배출을 파악하고 얼마나 배출되는지 객관화하는 작업이 필요하였다. 이에 다음과 같은 모니터링 및 삭감방안을 수립하여 배출부하량을 적정화하는 절차를 마련하였다.

4.1.1 불명오염원 확인 및 모니터링

(1) 전민동 엑스포아파트 인근지역의 오점에 의한 미처리배출



<그림 4-1> 엑스포아파트 우수구거에서의 오염물질 배출



<그림 4-2> 엑스포아파트 우수구거에서의 오염물질 배출 모니터링 결과

전민동 엑스포아파트 인근지역의 우수를 배제하여 유출시키는 우수구거를 보면 <그림 4-1, 2>와 같이 미처리 오수가 포함되어 배출되고 있다. 특히, 2014년까지 대덕특구의 원자력연구원 등에서 오수가 화암펌프장을 지나 엑스포아파트 우수구거를 통하여 갑천으로 방류되었다. 하지만 2014년도에 오점에 대한 개선사업을 거쳐 미처리 오염의 배출을 억제시켰다. 이는 <표 3-1>의 불명오염부하량에 포함되는 것으로 2012년에 불명오염원이 있었고 개선한 사례라고 볼 수 있다.

또한, 전민동 Expo아파트 인근지역에서 오수가 일부 미처리 방류되는 것을 모니터링 할 수 있었다. 모니터링 된 미처리 배출부하량은 BOD 103.8 kg/일, T-P 3.782 kg/일이었다. 하지만, 이는 최종 배출되는 배출부하량을 의미하고 있으며 그 유출은 그물망처럼 얽혀있는 관망 중 어디에서 오수가 배출되는지 파악하기 어려운 점이 있었다. 결국 이를 삭감계획에 포함시켜 불명오염원을 제거하는데 많은 어려움이 있을을 알 수 있었다.

(2) 기타 하수관거 오점

도시가 생성된 오래되지 않은 대전시 유역에서는 '오수관거 + 우수관거'의 분류식 배제방식으로 오수와 우수를 관리하고 있다. 분류식 배제지역에서 오염배출의

문제점은 오수관거와 우수관거가 각각 존재하며, 일부 오수가 우수관거에 잘못 유입되어 공공수역에 배출되는 경우가 있다는 것이다. 오수관거와 우수관거의 오접은 CSOs가 배출되는 것과 다르게 건기시에도 미처리 오수가 공공수역 배출이 되기 때문에 항상 하천수질 악화의 원인이 된다는 것이다. 이러한 이유로, 분류식지역의 우수관거를 중심으로 오접여부를 점차적으로 전수조사하여 미처리 오수의 배출을 방지하여야 한다.

대전시는 오접에 대한 관거개선 사업을 하수도정비기본계획 내에 “하수관거 계획”으로 개선을 제시하였으며, 이는 2020년 이내에 미처리 오수가 배출되지 않는 계획을 제시하였다.

(3) 대전산업단지 미처리배출

대전산업단지(1,2단지)는 다양한 업종의 소규모 공장이 입지한 합류식지역이다. 산업폐수와 일부 생활하수가 더해져 대전하수처리장으로 이송된다. 반면 단지 내에는 노후관거가 복잡하게 연결되어 있어 오접배출 및 관거월류가 있는 상황이다. <표 3-1>에 나타난 2012년 원촌교~갑천교 구간에 있는 많은 불명오염원 중에 이러한 대전1·2산업단지의 오접에 의한 미처리 배출 오수가 갑천의 수질 악화에 큰 영향을 주는 것으로 판단되었다.

특히, 갑천에 라바보가 설치됨으로써 라바보 하부로 우회되어 흐르는 갑천 하천수는 상류 갑천수, 대전산업단지 우수, 대전산업단지 오접오수가 혼합되는 구조로 변하였다. 더불어, 이러한 하천수 및 미처리오수가 지하에서 혼합되어 배출되는 형태이기 때문에 미처리배출을 확인하기가 어려운 상황이다. 하지만 라바보 상류에 비해 하류의 수질이 많이 높아지는 것을 확인한 바(라바보 상류 T-P 0.250 mg/L ⇨ 1.05 mg/L로 증가, 2015년 5월 실측), 미처리오수가 섞여서 갑천라바보 하류로 흐른다는 것을 예측할 수 있었다.

2015년 5월~8월에 미처리 배출되는 상황을 파악하고자 갑천라바보~신구교에 대한 현장답사를 하였다. 그 중에서 그 양이 많은 대표적인 두 지점(대전산업단지 대화TG인근 우수구거 및 영흥금속 인근 하천)의 미처리 배출을 확인하였으며, 이에 대한 모니터링을 다음과 같이 진행하였다.



<그림 4-3> 대전산업단지 오염 미처리배출 확인 (영흥금속 인근)

<표 4-1> 1·2산업단지(영흥금속 인근) 오염 미처리배출 결과 종합

	BOD	T-N	T-P	유량	비고
평일평균	262.72	41.81	26.619	1206.72	
휴일평균	28.94	15.08	6.758	500.56	
전체평균	195.93	34.18	20.944	1004.96	

대전산업단지에 대한 모니터링은 5월, 7월에 답사 및 모니터링 계획을 거쳐 8월 20일에서 28일까지 진행되었다. 일반적인 특성을 보면 평일 오전 9시경부터 유량이 증가하고 오염농도가 높아지는 패턴을 보였다. 특히, 09~12시에 최대 유량을 보이며, 이후 잠시 감소한 후 18시에 다시 증가하여 19시 이후 감소하다가 21시 이후 대폭으로 감소하였다. 휴일에도 유량, 수질변화가 평일과 비슷하지만 전반적으로 매우 낮은 배출부하량을 나타내었다. 모니터링 시점마다 다양한 색상이 나타나는 것으로 보아 염색폐수가 많은 비율을 차지하는 것으로 판단된다.

<표 4-1>에는 대전산업단지 오염 미처리배출 결과를 나타내고 있으며, 유량은 1,004.96 m³/일로 BOD 195.93 kg/일, T-P 20.944 kg/일을 배출하는 것으로 나타났다. 세부 모니터링 결과는 다음의 <표 4-2, 3, 4>에 나타난 바와 같다.

<표 4-2> 1·2산업단지(영흥금속 인근) 오점 미처리배출 모니터링 - 유량1

월	일	시간	수심 (m)			유속 (m/sec)			폭 (m)	유량 (m ³ /sec) Q _{A+B}
			A	B	평균	A	B	평균		
5	15	15:00								
7	16	14:00								
8	20	16:00	0.075	0.080	0.078	0.187	0.225	0.206	1.1	1517.3
8	21	16:00	0.070	0.080	0.075	0.209	0.255	0.232	1.1	1653.7
8	22	6:00	0.030	0.045	0.038	0.119	0.154	0.137	1.1	486.5
		9:00	0.040	0.045	0.043	0.120	0.178	0.149	1.1	601.8
		12:00	0.037	0.047	0.042	0.119	0.180	0.150	1.1	596.8
		15:00	0.033	0.041	0.037	0.109	0.144	0.127	1.1	444.8
		18:00	0.033	0.041	0.037	0.109	0.144	0.127	1.1	444.8
		21:00	0.030	0.039	0.035	0.089	0.012	0.050	1.1	164.8
8	23	0:00	0.026	0.035	0.031	0.041	0.047	0.044	1.1	127.5
		3:00	0.026	0.035	0.031	0.041	0.047	0.044	1.1	127.5
		6:00	0.270	0.039	0.155	0.042	0.055	0.049	1.1	712.2
		9:00	0.032	0.038	0.035	0.122	0.160	0.141	1.1	469.0
		15:00	0.041	0.050	0.046	0.134	0.154	0.144	1.1	622.7
		18:00	0.037	0.046	0.042	0.140	0.167	0.154	1.1	605.4
8	24	11:00	0.078	0.085	0.082	0.203	0.267	0.235	1.1	1820.3
		18:00	0.063	0.072	0.068	0.152	0.195	0.174	1.1	1113.0
8	26	9:00	0.069	0.081	0.075	0.287	0.344	0.316	1.1	2248.9
		12:00	0.061	0.072	0.067	0.256	0.309	0.283	1.1	1785.4
		15:00	0.060	0.068	0.064	0.150	0.178	0.164	1.1	997.5
		18:00	0.065	0.072	0.069	0.188	0.222	0.205	1.1	1334.6
		21:00	0.064	0.071	0.068	0.139	0.168	0.154	1.1	984.7
8	27	0:00	0.048	0.059	0.054	0.052	0.060	0.056	1.1	284.7
		3:00	0.048	0.059	0.054	0.052	0.060	0.056	1.1	284.7
		6:00	0.041	0.050	0.046	0.092	0.109	0.101	1.1	434.6
		9:00	0.067	0.079	0.073	0.312	0.367	0.340	1.1	2355.4
		12:00	0.060	0.069	0.065	0.274	0.311	0.293	1.1	1793.0
		15:00	0.051	0.062	0.057	0.169	0.216	0.193	1.1	1033.7
		18:00	0.055	0.060	0.058	0.255	0.315	0.285	1.1	1557.5
		21:00	0.054	0.059	0.057	0.144	0.178	0.161	1.1	864.5
8	28	0:00	0.041	0.050	0.046	0.050	0.071	0.061	1.1	261.6
		3:00	0.041	0.050	0.046	0.050	0.071	0.061	1.1	261.6
		6:00	0.041	0.050	0.046	0.050	0.071	0.061	1.1	261.6
		9:00	0.068	0.081	0.075	0.289	0.354	0.322	1.1	2276.4
		12:00	0.071	0.085	0.078	0.226	0.294	0.260	1.1	1927.4
		15:00	0.059	0.068	0.064	0.140	0.181	0.161	1.1	968.6
		18:00	0.061	0.073	0.067	0.160	0.210	0.185	1.1	1178.0

<표 4-3> 1·2산업단지(영흥금속 인근) 오점 미처리배출 모니터링 - 유량2

월	일	시간	수심	유속	폭	유량	총유량	비고	
			(m)	(m/sec)	(m)	(m ³ /sec)	QA+B+C		
			c	c	c	Qc			
5	15	15:00	0.045	0.477	0.5	927.3	927.3		
7	16	14:00	0.045	0.515	0.5	1001.2	1,001.2		
8	20	16:00	0.050	0.258	0.4	445.8	1,963.1		
8	21	16:00	0.051	0.278	0.4	490.0	2,143.7		
8	22	6:00	0.035	0.104	0.4	125.8	612.3		
		9:00	0.038	0.099	0.4	130.0	731.9		
		12:00	0.038	0.114	0.4	149.7	746.5		
		15:00	0.035	0.116	0.4	140.3	585.1		
		18:00	0.035	0.116	0.4	140.3	585.1		
		21:00	0.026	0.052	0.4	46.7	211.5		
8	23	0:00	0.022	0.032	0.4	24.3	151.9		
		3:00	0.022	0.032	0.4	24.3	151.9		
		6:00	0.025	0.040	0.4	34.6	746.7		
		9:00	0.028	0.101	0.4	97.7	566.8		
		15:00	0.036	0.085	0.4	105.8	728.5		
		18:00	0.032	0.084	0.4	92.9	698.3		
8	24	11:00	0.065	0.216	0.4	485.2	2,305.5		
		18:00	0.051	0.150	0.4	264.4	1,377.4		
8	26	9:00	0.050	0.205	0.4	354.2	2,603.1		
		12:00	0.044	0.188	0.4	285.9	2,071.3		
		15:00	0.041	0.088	0.4	124.7	1,122.2		
		18:00	0.044	0.156	0.4	237.2	1,571.8		
		21:00	0.041	0.081	0.4	114.8	1,099.5		
8	27	0:00	0.033	0.042	0.4	47.9	332.6		
		3:00	0.033	0.042	0.4	47.9	332.6		
		6:00	0.045	0.120	0.4	186.6	621.2		
		9:00	0.035	0.367	0.4	443.9	2,799.3		
		12:00	0.050	0.164	0.4	283.4	2,076.4		
		15:00	0.043	0.075	0.4	111.5	1,145.1		
		18:00	0.050	0.204	0.4	352.5	1,910.0		
		21:00	0.040	0.081	0.4	112.0	976.5		
8	28	0:00	0.024	0.029	0.4	24.1	285.7		
		3:00	0.024	0.029	0.4	24.1	285.7		
		6:00	0.024	0.029	0.4	24.1	285.7		
		9:00	0.049	0.120	0.4	203.2	2,479.6		
		12:00	0.052	0.142	0.4	255.2	2,182.6		
		15:00	0.042	0.109	0.4	158.2	1,126.8		
		18:00	0.040	0.110	0.4	152.1	1,330.1		

<표 4-4> 1·2산업단지(영흥금속 인근) 오접 미처리배출 모니터링 - 농도,부하량

월	일	시간	총유량	농도 (mg/L)			부하량 (kg/일)			비고
			QA+B+C	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
5	15	15:00	927.3	52.39	4.89	2.68	52.39	4.89	2.68	
7	16	14:00	1,001.2	46.43	4.82	2.24	46.43	4.82	2.24	
8	20	16:00	1,963.1	59.11	11.61	5.70	59.11	11.61	5.70	
8	21	16:00	2,143.7	69.08	11.90	5.44	69.08	11.90	5.44	
8	22	6:00	612.3	4.72	2.22	1.03	4.72	2.22	1.03	
		9:00	731.9	4.96	2.54	1.13	4.96	2.54	1.13	
		12:00	746.5	5.50	3.13	1.46	5.50	3.13	1.46	
		15:00	585.1	2.34	2.13	0.85	2.34	2.13	0.85	
		18:00	585.1	2.34	2.13	0.85	2.34	2.13	0.85	
		21:00	211.5	1.23	0.85	0.32	1.23	0.85	0.32	
8	23	0:00	151.9	0.96	0.41	0.16	0.96	0.41	0.16	
		3:00	151.9	0.96	0.41	0.16	0.96	0.41	0.16	
		6:00	746.7	5.68	3.02	1.40	5.68	3.02	1.40	
		9:00	566.8	3.70	2.48	1.12	3.70	2.48	1.12	
		15:00	728.5	4.90	2.72	1.08	4.90	2.72	1.08	
		18:00	698.3	5.04	2.03	1.02	5.04	2.03	1.02	
8	24	11:00	2,305.5	66.31	15.33	6.97	66.31	15.33	6.97	
		18:00	1,377.4	24.12	7.91	3.54	24.12	7.91	3.54	
8	26	9:00	2,603.1	80.44	12.37	8.94	80.44	12.37	8.94	
		12:00	2,071.3	64.13	8.43	6.78	64.13	8.43	6.78	
		15:00	1,122.2	35.08	4.34	2.90	35.08	4.34	2.90	
		18:00	1,571.8	51.06	7.02	4.27	51.06	7.02	4.27	
		21:00	1,099.5	19.27	2.73	2.13	19.27	2.73	2.13	
8	27	0:00	332.6	5.38	1.06	0.67	5.38	1.06	0.67	
		3:00	332.6	5.38	1.06	0.67	5.38	1.06	0.67	
		6:00	621.2	9.99	1.55	1.16	9.99	1.55	1.16	
		9:00	2,799.3	88.60	9.86	8.88	88.60	9.86	8.88	
		12:00	2,076.4	66.60	7.42	6.27	66.60	7.42	6.27	
		15:00	1,145.1	36.42	3.78	3.13	36.42	3.78	3.13	
		18:00	1,910.0	59.93	6.57	4.82	59.93	6.57	4.82	
		21:00	976.5	18.26	1.77	1.77	18.26	1.77	1.77	
8	28	0:00	285.7	1.63	0.80	0.42	1.63	0.80	0.42	
		3:00	285.7	1.63	0.80	0.42	1.63	0.80	0.42	
		6:00	285.7	1.63	0.80	0.42	1.63	0.80	0.42	
		9:00	2,479.6	52.72	8.87	8.64	52.72	8.87	8.64	
		12:00	2,182.6	68.10	8.32	6.79	68.10	8.32	6.79	
		15:00	1,126.8	35.66	4.36	3.12	35.66	4.36	3.12	
		18:00	1,330.1	42.35	3.35	3.32	42.35	3.35	3.32	



<그림 4-4> 대전산업단지 오접 미처리배출 확인 (대화TG 인근)

<표 4-5> 대전산업단지(대화TG 인근) 오접 미처리배출 결과 종합

	BOD	T-N	T-P	유량	비고
평일평균	22.56	78.58	1.340	481.29	
휴일평균	5.22	7.75	0.799	268.43	
전체평균	17.61	58.34	1.185	420.47	

대전산업단지에 대한 모니터링은 5월, 7월에 답사 및 모니터링 계획을 거쳐 8월 20일에서 28일까지 진행되었다. 영흥금속과 비슷한 유량과 수질의 변화패턴이 있었으며, 색도는 낮고 냄새는 심했다.

<표 4-5>에는 대전산업단지 대화TG 인근 우수구거의 오접 미처리배출 결과를 나타내고 있으며, 유량은 420.47 m³/일 이었으며 BOD 17.61 kg/일, T-P 1.185 kg/일이 배출되는 것으로 모니터링 되는 것으로 나타났다. 세부 모니터링 결과는 다음의 <표 4-6, 7>에 나타내었다.

<표 4-6> 1·2산업단지(대화TG 인근) 오점 미처리배출 모니터링 - 유량

월	일	시간	수심 (m)			유속 (m/sec)			폭 (m)	유량 (m ³ /sec) Q _{A+B}
			A	B	평균	A	B	평균		
5	15	15:00								
7	16	14:00								
8	20	16:00	0.070	0.070	0.070	0.111	0.116	0.114	1.4	961.0
8	21	16:00	0.071	0.071	0.071	0.120	0.122	0.121	1.4	1,039.2
8	22	6:00	0.045	0.045	0.045	0.065	0.081	0.073	1.4	397.4
		9:00	0.046	0.046	0.046	0.058	0.079	0.069	1.4	381.1
		12:00	0.046	0.046	0.046	0.060	0.071	0.066	1.4	364.5
		15:00	0.045	0.045	0.045	0.061	0.075	0.068	1.4	370.1
		18:00	0.045	0.045	0.045	0.061	0.075	0.068	1.4	370.1
		21:00	0.040	0.040	0.040	0.049	0.060	0.055	1.4	263.7
8	23	0:00	0.038	0.038	0.038	0.041	0.050	0.046	1.4	209.1
		3:00	0.035	0.035	0.035	0.044	0.052	0.048	1.4	203.2
		6:00	0.035	0.035	0.035	0.044	0.052	0.048	1.4	203.2
		9:00	0.041	0.041	0.041	0.055	0.071	0.063	1.4	312.4
		15:00	0.041	0.041	0.041	0.055	0.071	0.063	1.4	312.4
		18:00	0.039	0.039	0.039	0.052	0.071	0.062	1.4	290.1
8	24	11:00	0.061	0.061	0.061	0.107	0.123	0.115	1.4	848.5
		18:00	0.050	0.050	0.050	0.089	0.102	0.096	1.4	577.6
8	26	9:00	0.053	0.053	0.053	0.089	0.105	0.097	1.4	621.9
		12:00	0.055	0.055	0.055	0.108	0.139	0.124	1.4	821.6
		15:00	0.060	0.060	0.060	0.119	0.140	0.130	1.4	939.9
		18:00	0.059	0.059	0.059	0.110	0.135	0.123	1.4	874.2
		21:00	0.053	0.053	0.053	0.061	0.080	0.071	1.4	452.0
8	27	0:00	0.046	0.046	0.046	0.041	0.055	0.048	1.4	267.1
		3:00	0.042	0.042	0.042	0.041	0.055	0.048	1.4	243.9
		6:00	0.042	0.042	0.042	0.051	0.065	0.058	1.4	294.7
		9:00	0.060	0.060	0.060	0.075	0.114	0.095	1.4	685.8
		12:00	0.065	0.065	0.065	0.105	0.105	0.105	1.4	825.6
		15:00	0.060	0.060	0.060	0.112	0.127	0.120	1.4	867.3
		18:00	0.059	0.059	0.059	0.071	0.084	0.078	1.4	553.1
		21:00	0.045	0.045	0.045	0.061	0.058	0.060	1.4	323.9
8	28	0:00	0.039	0.039	0.039	0.033	0.041	0.037	1.4	174.5
		3:00	0.039	0.039	0.039	0.033	0.041	0.037	1.4	174.5
		6:00	0.039	0.039	0.039	0.033	0.041	0.037	1.4	174.5
		9:00	0.055	0.055	0.055	0.071	0.095	0.083	1.4	552.2
		12:00	0.057	0.057	0.057	0.084	0.101	0.093	1.4	637.8
		15:00	0.056	0.056	0.056	0.077	0.089	0.083	1.4	562.2
		18:00	0.055	0.055	0.055	0.0680	0.0810	0.075	2.4	849.7

<표 4-7> 1·2산업단지(대화TG 인근) 오점 미처리배출 모니터링 - 농도,부하량

월	일	시간	총유량	농도 (mg/L)			부하량 (kg/일)			비고
			QA+B+C	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
5	15	15:00								
7	16	14:00		40.5	13.32	1.847	4.18	1.37	0.19	
8	20	16:00	961.0	47.5	101.98	2.797	5.71	12.25	0.34	
8	21	16:00	1,039.2	40.2	135.69	3.304	5.22	17.63	0.43	
8	22	6:00	397.4	19.4	21.03	1.886	0.96	1.04	0.09	
		9:00	381.1	18.0	28.82	2.139	0.86	1.37	0.10	
		12:00	364.5	17.0	21.21	2.108	0.77	0.97	0.10	
		15:00	370.1	39.2	84.35	1.947	1.81	3.90	0.09	
		18:00	370.1	39.2	84.35	1.947	1.81	3.90	0.09	
		21:00	263.7	14.3	15.80	2.224	0.47	0.52	0.07	
8	23	0:00	209.1	14.3	15.80	2.224	0.37	0.41	0.06	
		3:00	203.2	20.1	26.65	3.799	0.51	0.68	0.10	
		6:00	203.2	20.1	26.65	3.799	0.51	0.68	0.10	
		9:00	312.4	20.1	26.65	3.799	0.79	1.04	0.15	
		15:00	312.4	15.5	15.98	2.867	0.61	0.62	0.11	
		18:00	290.1	19.2	16.51	2.726	0.70	0.60	0.10	
8	24	11:00	848.5	53.4	154.01	2.549	5.66	16.33	0.27	
		18:00	577.6	55.1	140.79	2.028	3.98	10.16	0.15	
8	26	9:00	621.9	40.1	290.77	3.323	3.12	22.60	0.26	
		12:00	821.6	37.6	29.00	3.073	3.86	2.98	0.32	
		15:00	939.9	30.1	31.10	1.969	3.54	3.65	0.23	
		18:00	874.2	26.2	30.41	1.870	2.86	3.32	0.20	
		21:00	452.0	27.0	29.13	2.579	1.53	1.65	0.15	
8	27	0:00	267.1	26.2	28.47	1.997	0.87	0.95	0.07	
		3:00	243.9	26.2	28.47	1.997	0.80	0.87	0.06	
		6:00	294.7	36.5	27.02	2.259	1.34	1.00	0.08	
		9:00	685.8	40.2	245.55	2.138	3.45	21.05	0.18	
		12:00	825.6	38.4	245.06	2.786	3.96	25.29	0.29	
		15:00	867.3	55.0	23.47	2.109	5.96	2.54	0.23	
		18:00	553.1	39.6	35.42	1.773	2.74	2.45	0.12	
		21:00	323.9	30.5	19.47	2.429	1.23	0.79	0.10	
8	28	0:00	174.5	29.6	24.01	2.094	0.65	0.52	0.05	
		3:00	174.5	29.6	24.01	2.094	0.65	0.52	0.05	
		6:00	174.5	29.6	24.01	2.094	0.65	0.52	0.05	
		9:00	552.2	41.5	37.02	2.724	2.86	2.56	0.19	
		12:00	637.8	39.8	371.14	2.561	3.17	29.59	0.20	
		15:00	562.2	47.4	365.24	2.920	3.33	25.67	0.21	
		18:00	849.7	38.0	30.50	2.344	4.04	3.24	0.25	

(3) 1·2산업단지의 우수토실의 미처리 유출

대전시 1·2산업단지는 소규모 공장이 밀집되어 있으며, 차집관거의 이송능력이 부족하여 강수시가 아닌 건기 시에도 하폐수 유출이 발견되었다.(2015.05.15.).



<그림 4-5> 대전산업단지 우수토실의 월류웨어 유출 및 개선

<표 4-8>에는 대전산업단지를 통과하는 차집관거의 막힘에 의하여 우수토실로 유출되는 상황을 모니터링하였다. 산정 부하량은 5월 22일 190분 동안 470.5 m³/일 산정되었다. 이를 기준으로 수질오염총량제 관거농도를 연관시켜 BOD 62.1 kg/일, T-P 1.572 kg/일의 부하량 삭감이 예측되지만, 실제 오수가 월류되

는 것은 관거 통수가 원활하지 않은 특정시기에만 관측되는 상황으로 실제 삭감량은 보다 적을 것으로 예측되었다. 즉, <그림 4-6>과 같은 차집관거의 스크린 막힘으로 인한 오수이송능력 감소 및 청소주기가 다양하여 미처리오수 배출부하량의 산정은 어려운 면이 있다. 또한, 대전시는 이러한 불명오염의 유출을 확인한 후, 2015년 8월에 월류웨어 높이를 증가시켜 미처리 배출을 억제하게 되었다.



<그림 4-6> 대전산업단지 차집관거 스크린

제2절 추가 삭감계획의 수립

본 과제의 목적을 준수하기 위해서는 갑천 하류지역의 삭감계획을 수립하는 것이 필수적이다. 현장 답사를 통한 삭감가능 방법을 <그림 4-6>과 같이 나타내었으며, 그 이후 각각의 세부 삭감계획 수립방안을 제시하였다.



<그림 4-6> 갑천하류 지역의 삭감계획 수립방안



<그림 4-7> 대전시 갑천하류 불명오염원 답사 및 모니터링

다양한 곳에서 미처리 오염배출이 있는지 <그림 4-7>과 같이 현장답사를 진행하였다. 그 결과 여러곳에서 오접 등의 영향을 감지할 수 있었다. 하지만 대부분의 경우 오염배출부하량이 미미하고 이의 원인이 명확치 않아 수질오염총량제 삭감계획 및 본 연구의 개선방안에 수록하지는 못하였다.

반면, 미처리 오염배출이 크고 출처가 비교적 명확한 사항에 대해서 다음의 갑천습지 자정능력 확대, 침전오염물 관리, 대전산업단지 CSOs 배출 저감, 대전하수처리장 시설용량 합리화 및 연구 도중 삭감된 사례를 제시하고자 한다.

4.2.1 갑천습지 자정능력 증대



<그림 4-7> 갑천라바보 이후의 습지 현황

갑천에는 하천습지가 발달되어 있는데 특히 원촌교~갑천교 구간을 보면 ㉠원촌교 ㉡엑스포아파트 ㉢갑천교 인근을 중심으로 대규모 습지가 구성되어 있다. 갑천 수질을 시각적으로 보더라도 원촌교에서는 탁하고 색도가 높았지만, 습지를 거치면서 <그림 4-8>과 같이 맑고 깨끗하게 변함을 확인할 수 있었다.



<그림 4-8> 갑천교 지점의 하천수

습지에서 오염물질을 삭감할 수 있는 부하량은 다음의 식을 따를 수 있다. 물론 습지의 형태에 따라 계수는 달라지겠지만 습지의 면적이 비례하고 유량에 반비례하는 일반적인 형태를 가지고 있다.

$$BOD_o = 1.89 + (BOD_i - 1.89) \times \exp\left(-\frac{97.75 \times A}{0.0365 \times Q}\right)$$

- BOD_i : 유입수의 BOD 농도 (mg/L)
- BOD_o : 유출수의 BOD 농도 (mg/L)
- A : 습지의 면적 (ha)
- Q : 습지 유입유량 (m^3 /일)

한편으로는 습지가 하천수 이송능력을 방해하기도 하지만 수질개선, 다양한 생태계의 조성 등의 장점도 있으므로, 적절한 습지의 관리를 거쳐 장점을 극대화하는 방안을 모색하여야 할 것이다.

4.2.2 갑천의 침전오염물 관리



<그림 4-8> 갑천 하류의 흐름을 저해하는 인자들

(1) 갑천라바보

갑천라바보는 7~15일 동안 물을 모아 수위를 유지하고 있다. 이는 달리 말하면 갑천라바보의 체류시간이 7~15일이 된다는 것이며 그동안 낮은 하천유속으로 인하여 대부분의 오염물질이 바닥에 쌓이게 된다. 일반적인 상황에서는 소류력 이상의 유속이 확보되어 가벼운 유기오염물질은 대부분 금강으로 쓸려나가게 되지만, 유기오염물질이 바닥에 침전되면 혐기성소화에 의하여 용존성 유기물질이 침출되

게 된다. 특히, 여름철에는 침전된 오염물질의 분해로 인한 산소의 사용으로 용존 산소가 부족하여 하천에 서식하는 어류의 생존이 어려운 상황이 벌어지기도 한다.

수질 및 생태계 서식조건을 악화시키기 위해서는 오염물질이 침전되어 혐기성분해가 되지 않도록 체류시간을 관리할 수 있는 연구 및 관리방안이 필요하다.



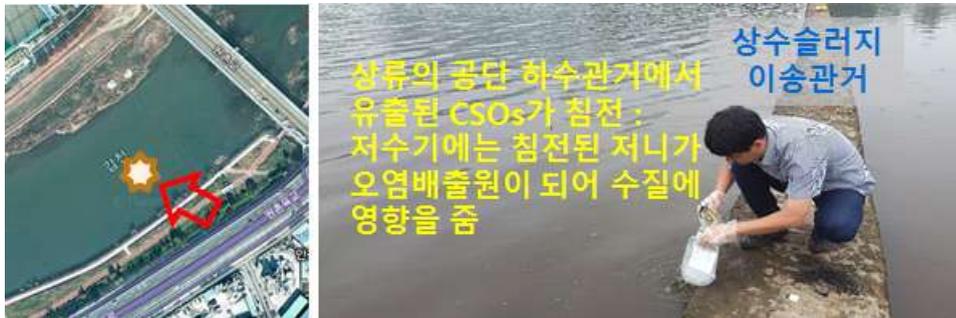
<그림 4-9> 좌 :갑천라바보

우 : 담수로 인한 용존산소 부족으로 잉어가 수면호흡을 하는 모습

(2) 상수슬러지 전용 이송관거

상수슬러지 전용 이송관로는 원촌교 상류 100 m에 위치하여 있으며, 특히 저수기에 표면으로 나타날 정도로 하천수를 정체시키고 하천유속을 저해하고 있다. 이에, 하천수의 원활한 흐름을 막는 시설철거 및 운용방법을 개선할 필요가 있다. 상수슬러지 이송관거 지점에서 나타난 수질을 보면 BOD 17.1 mg/L, T-P 0.166 mg/L로 갑천라바보 직하류보다 수질이 악화됨을 알 수 있다.

특히, 현재 상수슬러지 이송관로가 이용되지 않는 만큼, 최대한 빨리 철거를 진행하여야 할 것으로 보인다.



<그림 4-10> 상수슬러지 전용 이송관로 위치

<표 4-8> 대전산업단지 미처리오수 삭감부하량 및 방법

단위 유역	점/ 비점	삭감계획명	삭감부하량 kg/일		재원조달 (백만원)
			BOD	T-P	
갑천A	비점	오염물 침전의 완화를 위한 상수슬러지 이송관로 철거	-	-	-

4.2.3 미처리오수의 배출 저감

(1) 대전산업단지

대전1·2산업단지는 대전광역시외의 오래된 산업단지로서, 효율적인 산업단지의 활용을 위해 2020년까지 대전1·2산업단지 재창조사업에서 기반시설 리모델링이 계획되어 있다. 또한, 쾌적한 산업기반을 마련하기 위하여 하수관거정비를 계획하고 있다. 유량 및 수질은 2015년 5월, 7월 및 8월에 30여회 측정된 값을 사용하였다. 삭감부하량 산정은 2012년 기존배출부하량에 대전1·2산업단지의 삭감대상부하량을 확보하기 위해서 점배출로 배출부하량을 추가하였으며, 향후에 현 위치의 배출은 모두 삭감되고 해당 오수가 대전하수처리장으로 유입·처리·방류되는 방법을 적용하였다.

이러한 불명오염원의 모니터링은 대전광역시 수질오염총량관리 제3단계 기본계획의 삭감계획에 제시되어 조사된 개발사업의 진행 및 할당부하량 준수를 충족할 수 있었다.

대전산업단지 미처리오수의 삭감을 위한 대전시의 대응계획으로는 대전산업단지 재상사업(~2020년)으로 기반시설 확충에 의하여 하수관거의 재정비 사업이 예정되어 있다.

<표 4-9> 대전산업단지 미처리오수 삭감부하량 및 방법

단위 유역	점/ 비점	삭감계획명	삭감부하량 kg/일)		재원조달 (백만원)
			BOD	T-P	
갑천A	점	대전1·2산업단지 오점배출의 개선	206.75	21.758	하수도정비기본계획(변경) 용역(2015~2016)에 반영 예정

(2) 전민동 엑스포아파트 등 우려지역

전민동 엑스포아파트, 서구 분류식화 지역, 원도심 합류식화 지역 등에 오점에 의한 미처리 배출 사례가 있다. 미처리 배출은 강수시 비점배출보다 환경적 오염 기여가 큰 사항인 동시에 그 원인을 파악할 경우 비용대비 효과가 큰 오염원이므로 타 사업보다 우선적으로 사업을 진행할 필요가 있다.

우선적으로 전민동 엑스포아파트의 미처리 유출이 파악되는데, 모니터링 결과로 보면 아래의 그림에서 나타나듯이 T-P 8.714 kg/일로 할당부하량 617.147에 비하면 큰 값을 가진다. 다만, 엑스포아파트에서 배출되는 오수가 어디에서 배출되는지 파악하는데 매우 어려움을 겪고 있어 빠른 시일 내에 삭감계획을 수립하기에는 어려운 상황이다.



<그림 4-11> 전민동 엑스포아파트 옆 우수구거의 현황

<표 4-10> 기타지역 미처리오수 삭감부하량 및 방법

단위 유역	점/ 비점	삭감계획명	삭감부하량 kg/일)		재원조달 (백만원)
			BOD	T-P	
갑천A	점	오점조사 및 오점관거의 하수관거 연결	187.1	8.714	하수도정비기본계획(변경) 용역(2015~2016)에 반영 예정

4.2.4 대전하수처리장 시설용량 합리화

(1) 시설개선 현황

<표 4-11> 대전하수처리장 개선현황

구 분	시설용량 (천m ³ /일)	최초 가동	개선내용	
			당 초	개 선
1처리장	150	1990. 1.	호기(표준활성)→침전	A2O(NPR)+약품 → 침전 → 여과
2처리장	150	1994. 8.	호기(표준활성)→침전	A2O(NPR)+약품 → 침전 → 여과
3처리장	300	1998. 1.	호기(표준활성)→침전	A2O(BioSAC)+약품 → 침전 → 여과
4처리장	300	2001. 1.	호기(표준활성)→침전	A2O(MLE)+약품 → 침전 → 여과

(2) 시설용량 변경 필요성

○ 방류수 수질기준의 강화

아래의 <표 4-12>와 같이 하수도법의 방류기준이 강화되었다. 더불어 수질오염 총량제 3단계에서는 할당부하량 만족을 위해서 BOD 4.5 mg/L, T-P 0.214 mg/L를 만족하여야 한다.

<표 4-12> 항목별 수질기준 (하수도법 시행규칙) (단위 : mg/L)

구 분	표준활성슬러지법	고도개선사업	총인사업
시 기	2004.01.01 이전	2004.01.01. - 2011.12.31.	2012.01.01 부터
주 요 내 용	BOD : 30-20, T-N : 60 T-P : 8	BOD : 10, T-N : 20 (60) T-P : 2 (8) ()동절기 기준	BOD : 5, T-N : 20 T-P : 0.3 ()동절기 완화폐지

○ 체류시간의 부족

- 시설용량(Q = 90만 m³/일) 유입 시 체류시간 부족으로 강화된 수질기준을 상시 준수가 어렵고, 특히 동절기에는 기준 초과가 빈번할 것으로 예상
- 고도개선 및 총인공사 시 기존 구조물 활용으로 안정적 질소처리를 위한 체류시간이 부족하여 실제 처리가능 용량으로 재산정 필요
 - : 1,2,3처리장의 고도처리시설 적용시에 별도의 생물반응조(구조물) 증설 없이 기존 포기조를 활용하여 유기물질 산화를 위한 시간이 부족
- 동절기 슬러지 침강성이 저하하여 설계하수량(90만m³/일)이 유입될 경우 슬러지가 부상하여 유출됨

○ 우천 시 수질초과 현상이 수시로 발생

- 공공하수도 운영·관리 업무지침(환경부)에 우천 시 시설용량 이상 유입시켜 시설용량 초과분에 대해서는 1차처리 후 소독·방류하도록 규정함
 - : 강우시 미처리 배출 오수가 방류수질에 미치는 영향 있음
- 우천 종료 후에도 생물반응조 충격부하로 인하여 처리수질이 불안정 함

○ 동절기 유입수온을 고려한 시설용량 산정 필요

- 동절기에 질산화미생물 활성도가 저하되어 적정 미생물량 유지를 위해서는 충분한 생물반응조 용량확보가 필요함

(3) 합리화 방안

현 상황 및 문제점들을 고려하면, 안정적 수질관리를 위해서는 현재의 시설용량인 90만m³/일을 60-65m³/일로 조정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

4.2.5 과제수행 중 삭감된 불명오염원

본 과제의 준비를 위하여 2015년부터 기초자료를 수집하게 되었으며, 그 중에서 삭감이 완료된 사항은 화암펌프장 오점과 대전산업단지의 우수토실 월류이다.

(1) 화암펌프장

화암펌프장은 원자력연구원 등에서 배출한 오수를 주요 하수관거에 연결시키는 펌프장이었지만, 오점에 의하여 엑스포아파트 우수구거로 배출이 되었다. 2015년 상반기에 이를 하수관거에 연결하는 공사를 마쳐서 다음의 <표 4-13>와 같이 BOD 99.0 kg/일, T-P 2.506 kg/일의 삭감계획을 수질오염총량제에 적용시켜 배출부하량을 적정화 하였다.

모니터링 값은 대전시 시설관리공단 관리장부의 유량과, 대전발전연구원에서 7일간 실측한 수질농도 값을 적용하였다.

<표 4-13> 화암펌프장의 모니터링 및 삭감부하량 산정

	유량		농도(mg/L)			부하량(kg/일)		
	CMS	mg/L	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
모니터링	0.008	677	151.00	36.714	3.961	102.23	24.855	2.682
삭감부하량						99.00	12.201	2.506



<그림 4-12> 화암펌프장 우수연결관리 맨홀 및 전경

(2) 대전산업단지 우수토실 유출

우수토구의 유출은 축적된 자료가 부족하여 불명오염원을 객관화하기 어려운 경향이 있다. 다만 5월 22일에 470 m³/일의 오수가 미처리 배출된 것을 확인하였다.

하지만 해당 우수토실은 연속적으로 배출되지 않고 간헐적으로 이루어지며, 문제점이 제기된 이후 곧바로 유출 방지방안이 진행됨에 따라 추가적인 모니터링 및 삭감계획을 진행하지 않았다.

<표 4-14> 대전산업단지 우수토실 유출 모니터링 - 유량

월	일	시간	수심 (m)	유속 (m/sec)	월류시간 (min)	유량 (m ³ /sec)	비고	
5	22	7:15						
		7:30	0.145	0.019	15	7.2		
		8:15	0.165	0.045	30	52.1		
		8:30	0.185	0.063	30	69.7		
		9:00	0.195	0.072	30	75.8		
		9:30	0.200	0.079	30	88.8		
		10:00	0.205	0.082	30	87.2		
		10:30	0.205	0.082	30	87.2		
		10:40	0.175	0.046	10	2.4		
		합 계					470.5	

제3절 안전율 확보

수질오염총량관리 기본방침에는 목표수질을 만족하는 단위유역에 다음과 같은 적용방안을 두고 있다.

제6조(안전율의 적용) ① 단위유역 할당부하량을 산정하기 위하여 적용하는 안전율은 단위유역 기준배출부하량의 10%로 하되, 총량관리시행계획을 수립하지 않는 지역에는 안전율을 적용하지 아니한다.

② 시행계획수립지역중 한강수계법, 수생태법 및 3대강수계법 시행규칙 관련규정에 따른 측정수질이 2회 연속 목표수질을 달성하고 배출부하량이 기준배출부하량을 초과하지 않은 단위유역으로서 당해 계획기간 종료시점까지 오염총량관리 목표수질을 달성할 수 있을 것으로 판단되는 유역의 안전율은 기준배출부하량의 5%로 한다. 이 경우 달성가능 여부 판단은 기본계획에서 적용한 수질모델링으로 결정한다.

(1) 대전시 적용 여부

수질오염총량관리 기본방침에서 제시하는, 안전율을 10%에서 5%로 적용할 수 있는지의 여부를 다음과 같이 살펴보았다.

○ 측정수질 2회 연속 목표수질 달성

대전시 갑천A 단위유역은 <표 4-6>에 나타난 바와 같이, 2015년까지 3년 연속 2회 목표수질을 만족함에 따라 안전율을 10%에서 5%로 변경할 수 있다.

<표 4-6> 갑천A 지점의 목표수질 달성여부 검토

	목표수질	2012	2013	2014	2015	2012-2014	2013-2015	안전율 적용여부
BOD (mg/L)	5.2	4.5	4.6	3.5	3.1	4.20	3.73	-
T-P (mg/L)	0.200	0.200	0.142	0.104	0.092	0.149	0.113	○

○ 기준배출부하량의 만족

안전율을 5%로 조정하기 위해서는 배출부하량이 기준배출부하량을 초과하지 않았음을 보여주어야 한다. 안전율의 조정은 3단계를 기준으로 수행하는 것으로써 2015년의 부하량을 평가하려면 2단계가 아닌 3단계 배출부하량으로 재산정하여야 한다. 단, 3단계의 배출부하량에는 2단계에 없었던 대전산업단지의 미처리 배출부하량의 추가해서 계산하여야 한다. 그 결과 <표 4-7>과 같은 배출부하량 비교를 할 수 있었다.

<표 4-7> 기준배출부하량 및 2015년 배출부하량 비교 (T-P kg/일)

	기준배출부하량 (3단계)	2015년 배출부하량 (3단계)	2015년 배출부하량 (2단계)	안전부하량 (3단계)
점	241.546	255.643	223.104	24.155
비점	444.192	364.414	341.42	44.420
합계	685.738	620.057	564.524	68.575
합계 (점변환)	463.642	437.85	393.814	43.365

(2) 활용방안

시행계획의 안전부하량은 점 24.155 kg/일, 비점 44.420 kg/일로 안전율을 5%로 조정하면 총 34.288 kg/일(점 12.078, 비점 22.210)을 자연증감부하량으로 복귀할 수 있다.

단, 안전부하량 5%의 복귀부하량은 추가 개발사업부하량으로 사용될 수 없다. 그 이유는 3단계 기간동안 해당 목표지점의 목표수질이 기준을 초과할 경우 3회 연속 2회 목표수질을 준수해야 하는 기본조건을 만족하지 못 할 경우, 5%에 해당하는 개발사업부하량을 복귀시켜야 하는 이행담보방안이 없기 때문이다. 이에 대전시는 자연증감부하량을 감소시키는 삭감계획 중에 적시성이 떨어지는 삭감계획에 대하여 삭감률을 감소시켜 요구할 수 있다.

그러한 삭감계획 중에 하나가 대전하수처리장의 방류유량을 510,000 m³/일으로 줄이는 계획에 대하여 유연성을 제시할 수 있다. 방류유량 510,000 m³/일은

전국 하수처리장 평균 재활용율 및 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 제12조에서 제시하는 재처리수 활용을 고려하여 산정한 것이지만, 대전시에서 이를 현실화하기 위한 구체적인 방안이 미흡한 상황이다. 이에, 안전율을 5%로 조정하게 된다면 대전하수처리장은 56,439 m³/일을 추가 방류하여 566,439 m³/일을 방류할 수 있다. 이는 대전하수처리장의 재활용률 고려한 2020년 예상 방류량 554,000 m³/일보다 높은 값으로 수질오염총량제 할당부하량을 만족하게 된다. 이에, 대전하수처리장 방류유량 증대를 위한 안전율의 조정은 향후 대전하수처리장 운영에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

<표 4-8> 안전율 조정에 따른 대전하수처리장 방류유량 조정 (단위 : m³/일)

2020년 예상방류유량 A	장내용수 재활용유량 B	재 활용을 고려 2020년 방류유량 C=A-B	시행계획상 방류유량 D	5% 해당 방류유량 E	안전율을 조정 예상 방류유량 F=D+E
572,000	18,000	554,000	510,000	56,439	566,439

제 5 장

결론 및 정책제언

제1절 결 론

제2절 정책제언

제5장 결론 및 정책제언

제1절 결론

대전시 하천의 수질관리 및 수질오염총량제의 할당부하량 준수를 위한 배출부하량 적정화를 위하여 다음의 현황 및 관리방안이 도출되었다.

1. 시민들의 환경질에 대한 요구의 증가, 수질오염총량제에서의 할당부하량 만족을 위해서 다음과 같은 배출부하량 적정화 요구가 높아지고 있다.
2. 개발사업의 배출부하량은 계속 높아지고 있는 반면, 대전시에서 진행할 수 있는 삭감계획은 현실적으로 줄어들고 있다. 또한 갑천은 갑천라바고 이후 갑천교 구간에서 수질이 급격히 악화됨을 알 수 있었다.
3. 객관화가 가능한 불명오염원에 대한 집중 현장답사로 미처리배출로 삭감할 수 있는 방안을 마련하였다. 대전산업단지에서 비교적 대규모로 미처리 배출이 있음을 확인하였으며, 모니터링 결과 BOD 195.93 kg/일, T-P 20.944 kg/일을 확인하였다. 이는 2020년 완료되는 대전산업단지 재생사업과 관련하여 하수관거의 정비로 연계하는 삭감계획을 도출할 수 있었다.
4. 2015년부터 진행된 갑천 모니터링을 진행하면서 두 곳의 미처리 불명오염원 삭감을 완료하였다.
 - (1) 화암펌프장에서의 관거 오점으로 엑스포아파트 옆 구거로 미처리 유출되는 오수의 배출을 억제하였다. 과거에 지속적으로 엑스포아파트 옆 구거로 유출되는 오수를 모니터링하였으며, 이는 대덕특구에서 발생하는 오수가 오점으로 인하여 배출되는 것을 확인하였다. 이에 해당 오수를 대전하수처리장이송관거로 연결하여 오염배출을 억제하였다.

(2) 대전산업단지 오수를 모아 차집관거에 연결하는 우수토실에서 건기에 간헐적으로 미처리 배출되는 것을 확인하였다. 이에, 월류웨어의 높이를 30 cm 정도 높임으로써 미처리 배출을 억제하였다.

5. 이에 갑천 수질 모니터링, 현장답사, 문헌조사 등으로 미처리 배출되는 불명 오염원이 확인되었다. 하지만 과거 모니터링 수행의 불가, 라바보 등에 의한 침전오염물에 의한 수질변화 객관화의 어려움, 수생식물 등의 자정작용 객관화에 한계가 있었다. 이에 다음과 같은 방안이 모색된다.

(1) 갑천습지의 자정능력을 확보할 필요가 있다. 갑천 하류의 ①원촌교 인근, ②엑스포아파트 인근, ③갑천교 인근에 습지가 발달하여 있다. 2016년 모니터링 결과 원촌교 지점보다 갑천교 지점에서 색도, 탁도 등이 크게 향상된 것을 볼 수 있었다. 이는 습지 등에서의 자정작용이 많이 나타난 것으로 보인다. 수질개선, 생태계의 활성화를 위해 적절한 습지이용 및 관리방안을 구축하여야 한다.

(2) 갑천 침전오염물의 관리가 필요하다. 갑천 하류에는 갑천 라바보, 상수슬러지 이송관로, 탐립 돌보 등에 의하여 하천수의 체류시간이 8~15일로 늘어나기도 한다. 이는 오염물질을 침전시켜 용존성 형태로 침출됨으로써 수질이 악화된다. 오염물질이 침전되지 않도록 하천구조물 관리방안을 마련하여야 한다.

제2절 정책제언

갑천수질의 유지 및 배출부하량의 만족하기 위해서는 관련된 행정기관과 연계하여 다음과 같은 협력체계가 요구된다.

1. 안전율의 조정

- 수질오염총량 담당
 - 기본계획의 안전율 변경계획(안) 총괄
- 시행계획 변경 용역기관
 - 목표지점 수질 검토 및 기본계획의 안전율 변경 지원
: 10% ⇒ 5% : T-P 점 11 kg/일, 비점 167 kg/일에 해당
 - ※ 환경기초시설 할당부하량 증대효과를 기대 (배출수질상승 등)

2. 환경기초시설의 배출기준 만족

- 수질오염총량 담당
 - 시행계획의 배출기준 변경에 대한 내용 정리
:(안전율, 삭감계획 등의 수립 및 개발사업의 증가로 인한 변화에 준비
- 환경기초시설(대전하수처리장, 대덕산단사업소, 자운대오수처리장)
 - 계획 배출수질의 만족을 위한 수질개선 준비
: 2019년 까지 5.0 / 0.3 mg/L
: 대전하수처리장 4.5 / 0.214 mg/L, 기타 5.0 / 0.3 mg/L
 - 추가삭감을 위한 오점배출 모니터링

3. 하수관거정비의 완료

- 수질오염총량 담당
 - 시행계획의 삭감계획이 이루어질 수 있도록 관련부서의 사업계획 확인
- 하수관리 담당

- 대전산업단지 분류식화 실시 (오점배출 개선 및 추가삭감)
 - : 전용 이송관거, 이송펌프장 설치
- 대전산업단지 초기우수 비점저감시설 설치 (추가삭감)
- 관거 개량사업 추진 (추가삭감)
 - : 오점배출 등 오수의 미처리 하천유입 개선
- 상수슬러지 전용 이송관로의 철거 (하천수질 개선)
- 하수시설 담당
 - 대전하수처리장 시설용량 합리화(60~65만톤/일)
 - 자운대 발생 오수의 대전하수처리장 처리계획 수립

4. 수질오염총량관리 준수

- 수질오염총량 담당
 - 갑천A 지점의 목표수질, 4개 단위구역의 배출부하량 준수, 할당시설의 배출부하량 준수, 삭감계획의 이행여부, 추가 개발사업의 할당 등 3단계 기간(2016~2020년) 동안 관리
- 이행평가 용역기관
 - 매년 대전산업단지 오점 유출 모니터링
 - : 대전산업단지의 미처리배출 오수의 유량, 수질, 부하량 산정 및 이행평가 배출부하량에 적용

참 고 문 헌

- 1) Kim, B.S., A Study on Waste Load Allocation for Total Water Pollution Load management System, Cheongju University, 2005
- 2) Cho, Y.S., Development of a Total Maximum Load Allocation Method Using a Modified Stream Model and GIS Application, University of Seoul, 2004
- 3) 김시현, 임재명. 수질오염총량관리계획의 시행단계에서 오염부하량 할당방안 개선에 관한 연구, 대한위생학회지, 제20권 제3호, 2005
- 4) 이재근, 대전시 수환경 배출오염원 조사방법 개선, 대전발전연구원 기본연구보고서, 2013
- 5) 배명순, 우리나라 수질오염총량관리제 개선방안 - 목표수질의 형평성과 개발계획 관리방안, 충북개발연구원 기본과제보고서, 2009
- 6) 임제열, 송재준, 이지은 박인호, 영산강 상류의 오염총량관리제를 위한 배출 부하량 산정, 한국환경기술학회지, 제13권 제4호, 2012
- 7) 추덕성, 권혁구, 이장훈, 도심하천 보전을 위한 수질오염총량관리에 관한 기초 연구, 환경공동학술대회(대한환경공학회, 한국대기환경학회, 한국폐기물학회), 2007
- 8) 금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률, 법률 제10893호, 환경부 유역총량과
- 9) 수질오염총량관리 기본방침, 환경부훈령 제1042호, 2013 개정
- 10) 수계오염총량관리 기술지침, 국립환경과학원, 2012
- 11) 대전광역시 수질오염총량관리 제3단계 기본계획, 대전광역시, 2015.10.
- 12) 배명순, 우리나라 수질오염총량관리제 개선방안, 충북개발연구원, 2009
- 13) 김시현, 임재명, 수질오염총량관리계획의 시행단계에서 오염부하량 할당방안 개선에 관한 연구, 대한위생학회지, 제20권 제3호, 2005
- 14) 김영일, 이상진, 수질오염총량관리제 시행의 문제점과 개선방안, 대한환경공학회지, Special Feature, 2011
- 15) 이기영, 수질오염총량관리제의 합리적 시행을 위한 정책수립 및 대응전략 연구, 경기개발연구원, 2008

기본연구보고서 2016-09

갑천유역의 배출부하량 적정화 방안

발행인 유 재 일
발행일 2016년 11월
발행처 대전세종연구원
301-826 대전광역시 중구 중앙로 85 (선화동 287-2)
전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528
홈페이지 : <http://www.dji.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.