

수질특성과 수중보제거를 통한 탄천 수질개선 방안

[조용모]



시 정 연
2007-R-17

수질특성과 수증보제거를 통한
탄천 수질개선 방안

A study on the Water Quality Management in Tan-cheon
- in Consideration of Water Quality Characteristics and Removal of
Submerged Weir -

2007

연구진

연구책임	조 용 모	• 도시환경부 연구위원
연구 원	양 지 희	• 도시환경부 위촉연구원
지문위원	공 동 수	• 한강물환경연구소 소장
	민 병 현	• 호서대학교 교수
	배 경 석	• 서울시 보건환경연구원 팀장
	송 용 기	• 서울시 수질과장
	유 명 진	• 서울시립대학교 교수
	한 기 봉	• 가톨릭대학교 교수
	한 인 섭	• 서울시립대학교 교수

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

I. 연구의 개요

1. 연구 배경 및 목적

- 친수·자연형 하천은 인근 주민들의 정서적 안정 및 건강 증진과 더불어 지역의 경제적 가치 상승에도 역할을 하고 있어 시민들의 관심이 늘어나고 있음.
- 90년대 이후 서울시 주요하천의 수질이 크게 개선되고 있으나, 탄천의 경우 하류구간에서 오히려 악화되는 추세를 보이고 있음. BOD를 기준으로 2005년에는 21.2mg/L를 보였으며, 최근 5년간 20 mg/L를 상회하고 있음.
- 따라서 이 연구에서는 탄천 수질오염원, 오염부하량 등 수질악화 원인 조사와 더불어 수중보 제거시의 수리·수문 영향과 수질모델링을 분석하여 탄천의 수질 개선 방안을 제시하는데 있음.

2. 탄천 수질오염 부하량

- BOD 배출부하량은 총 29,296kg/일이며 하수처리장에 의한 배출부하가 전체의 76.0%를 차지하였음. 행정구역별로는 경기도가 서울시보다 높은 기여율을 보였으나, 하수처리장에 의한 BOD 배출부하량은 서울시가 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났음.

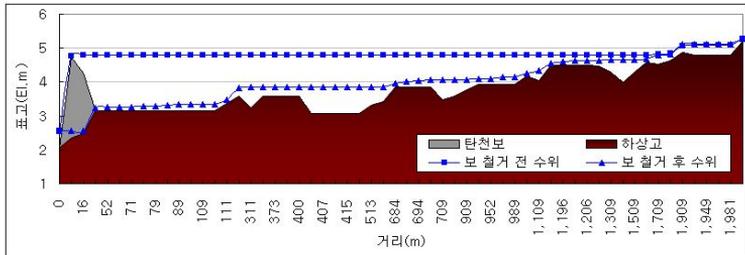
- T-P 배출부하량은 총 1,712kg/일로 대부분이 하수처리장에 의한 배출부하로 전체의 86.6%를 차지하였음. 행정구역별로는 경기도가 하수처리장 배출부하량을 제외하고는 높은 비율로 나타났음.
- 유달오염부하량 산정 결과 BOD 6,154kg/일, T-N 5,070kg/일, T-P 315kg/일로 나타났으며, 이를 토대로 유달율을 산정한 결과 BOD 21.0%, T-N 19.0%, T-P 18.4%로 나타났음.

3. 탄천 수질 오염도

- DO는 최소 0.9mg/L(탄천1교, 5월)~최대 7.8mg/L(방아교, 7월)로 조사되었으며, 여름철과 가을철 보다는 봄철 DO 농도가 낮아 갈수기의 수질이 좋지 않은 것으로 조사되었음.
- BOD의 경우 최소 1.0mg/L(방아교, 8월)~최대 25.2mg/L(죽전교, 5월)로 조사되었으며, 하류로 흐를수록 수질이 개선되다 세곡천 합류부를 경계로 다시 악화되었음. 서울시 구간인 탄천 하류, 특히 대곡교 우안에서는 19.8mg/L의 높은 BOD 농도를 보였음.
- T-N은 계절에 상관없이 하류구간으로 갈수록 농도가 높아지는 경향을 보였으며, 여름철 보다는 봄, 가을철에 상대적으로 높은 농도를 보였음. T-P의 경우 봄철(4월, 5월)에 평균 1.2mg/L로 여름철과 가을철의 평균농도 0.6~0.8mg/L보다 높은 것으로 나타났음.
- 클로로필-a는 봄철인 4월과 5월에 각각 4.7mg/L와 4.3mg/L로 나타나 여름과 가을철 평균 0.7mg/L~1.2mg/L 보다 3배 이상 높은 값을 보였음. 세곡천 합류부 지점에서는 최대 7.5mg/L까지 나타나 하수처리 방류수의 영향이 나타나고 있었음.

4. 탄천하류 수리·수질 모델링

- 탄천 수리·수문 모델링은 하천분석 모형인 HEC-RAS 3.0을 이용하여 수행하였다. 홍수시 탄천 수중보 제거 전후의 수심과 유속의 변화를 살펴보면 치수적인 관점에서 큰 의미가 없는 것으로 나타났다. 평상시의 경우에는 수중보 제거 후 수심이 약 0.21~0.84m로 유지되어 제거 이전보다 약 47~83%의 수심 감소가 예상되었고 유속은 전반적으로 증가하는 것으로 예상되었음.
- 갈수시 수중보 제거 이전에는 삼성교 지점까지 수심이 약 0.85~1.69m로 유지되나, 제거 이후 약 63~89% 감소된 0.09~0.61m의 수심을 보이는 것으로 나타났다. 유속의 경우 평상시와 마찬가지로 흐름이 원활해져 전반적으로 증가하는 것으로 분석되었음<그림 참조>.



<그림> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교

- 탄천하류의 수질모델링(Qual2E) 분석 결과 하류 3km 이후에는 탄천하수처리장 방류수 수질보다 개선되는 것으로 분석되었음. 불철수질을 제외하고 비슷한 추세를 보이는 것으로 판단되었음. 그러나 이 모델이 부영양화 현상을 반영하지 못한 한계도 있음. 고도처리 도입에 따라 방류수의 T-N, T-P 농도가 개선될 것이므로 2016년에는 탄천 전 구간에서 거의 같은 농도를 보일 것으로 분석됨.

5. 탄천 수질악화 원인

(1) 탄천의 적은 하천수량

- 탄천은 깨끗한 하천수가 모아지면서 내려가는 자연 하천이 아니고, 도시하천으로 변모하여 건천화된 하천으로 유량은 하수처리 방류수 유입전(세곡천 합류후)에 $1.0\text{m}^3/\text{sec}(86,400\text{m}^3/\text{일})\sim 1.76\text{m}^3/\text{sec}(101,088\text{m}^3/\text{일})$ 로 조사되어 매우 적은 하천수량을 보이고 있고, 또한 하천의 수심이 50cm로 낮은 수준임.

(2) 탄천 및 성남하수처리장 방류수

- 탄천 및 성남하수처리장의 시설이 100% 가동률을 보이고 있어 유입하수량이 많거나 강우시 처리 없이 무단 방류해야 하는 실정임.
- 탄천 및 성남하수처리 방류수량은 $17.8\text{m}^3/\text{sec}$ 인데, 하천수량은 $1.38\text{m}^3/\text{sec}$ 로 하수처리방류량이 12.9배 많이 하천으로 유입되고 있음. 이에 따라 하수처리방류수가 유입되는 수역부터는 하수처리장 방류수질에 의해 하천수질이 크게 좌우되고 있음.
- 탄천하수처리장 방류수질은 BOD $9.4\text{mg}/\text{L}\sim 13.0\text{mg}/\text{L}$, T-P $0.832\text{mg}/\text{L}\sim 1.503\text{mg}/\text{L}$ 이며, 성남하수처리장 방류수질은 BOD $8.6\text{mg}/\text{L}\sim 14.8\text{mg}/\text{L}$, T-P $0.723\text{mg}/\text{L}\sim 2.637\text{mg}/\text{L}$ 로 비교적 높은 수질을 보임.
- T-P의 경우에도 탄천 및 성남하수처리장 인근에서 그 농도가 높음. 방류 이전 지역에는 T-P의 농도가 $0.606\text{mg}/\text{L}$ 였으나 성남하수처리장 방류수 유입 후에는 $1.122\text{mg}/\text{L}\sim 1.366\text{mg}/\text{L}$ 로 크게 증가하였음. 이후 탄천하수처리장 유입 후에는 $0.695\text{mg}/\text{L}$ 로 나타나 하수처리장 방류수질에 의해 탄천의 부영양화 물질이 매우 높은 상태로 나타났음<표 참조>.

<표> 하수처리장 방류구 인근 T-P농도 (단위 : mg/L)

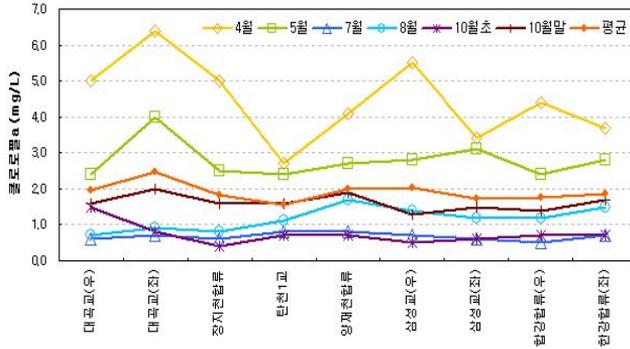
조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균
세곡천합류	-	0.540	0.200	0.288	1.464	0.536	0.606
대곡교(우)	1.356	1.596	1.280	1.195	1.464	1.304	1.366
대곡교(좌)	1.452	1.368	0.592	1.037	1.056	1.224	1.122
탄천1교	0.804	0.672	1.200	0.370	0.468	0.656	0.695

(3) 초기강우 월류수 영향

- 10월 4일(강우량 1.5mm)~10월 5일(무강우) 사이 탄천하수처리장 방류구 인근에서 수질조사를 실시한 결과 10월 4일에는 BOD가 15.1 mg/L~12.1mg/L의 농도를 보였음. 비가 그친 10월 5일에는 11.9mg/L~9.7mg/L로 농도가 낮아졌음. 성남하수처리장 방류구 인근에서도 비가 왔던 10월 4일에 BOD 농도가 24.6mg/L~23.6mg/L로 비가 오지 않은 10월 5일 보다 약간 높게 나타났음.
- 강우량이 1.5mm일 경우에도 수질오염에 약간 영향을 미치고 있는데, 강우량 10mm 내외의 경우에는 초기강우 월류수 오염이 보다 심각하게 하천에 영향을 미칠 것으로 판단됨<그림 참조>.

(4) 탄천 수중보에 의한 정체수역과 부영양화 현상

- 탄천하류는 수중보에 의한 정체수역과 얇은 수심, 풍부한 부영양화 물질(N, P), 봄, 가을철의 일조량에 의해 조류가 크게 증가하여 BOD 오염을 크게 증가시킴.
- 부영양화 현상은 클로로필-a를 통해 확인할 수 있는데, 갈수기에 그 농도가 상대적으로 높게 나타났고, 탄천 하류의 농도가 0.5mg/L~5.4mg/L로 일반적인 부영양화기준인 10 μ g/L보다 최저 50배 이상 높은 값을 보임.



<그림> 탄천하류의 계절별 클로로필a 농도 변화

II. 정책건의

1. 탄천 수중보 제거를 통한 호소화 현상 개선

- 현재 탄천보를 제거할 경우 갈수기에도 하상바닥이 드러나지 않는 것으로 분석되었으며, 하상에 퇴적된 토사도 바닥에 쌓이지 않고 한강으로 유입되어 비교적 일정한 수심이 유지될 것으로 분석됨. 따라서 <그림>과 같이 탄천보를 제거하여 수질을 개선하는 방안을 모색하여야 함.
- 양재천 합류이후 탄천보를 제거해도 하상의 수위를 유지할 수 있으나 탄천 중·상류구간의 하천유지용수 확보 등의 문제가 예상될 수 있으므로 유량확보를 위해 수로폭(저수로)을 조정하고 여울 및 식생대를 만들어 생태하천으로 조성하거나, 중상류수역에 가동보를 설치하여 하상의 수위를 유지하고, 탄천하류 호소화 현상 개선함.



<그림> 현 탄천보를 제거하는 방안

2. 적극적인 하수처리 고도화 시설

- 현재 하수처리장 방류수질은 하수가 많이 유입되는 시간대에 방류수 수질기준을 초과(BOD 10mg/L, T-N 20mg/L, T-P 2mg/L)하고 있음. 향후 깨끗한 하천수질에 대한 욕구를 충족하기 위해 개선된 BOD와 T-N, T-P 제어를 위해 하천수질목표 상향에 대비한 처리시스템의 신증설이 필요함.

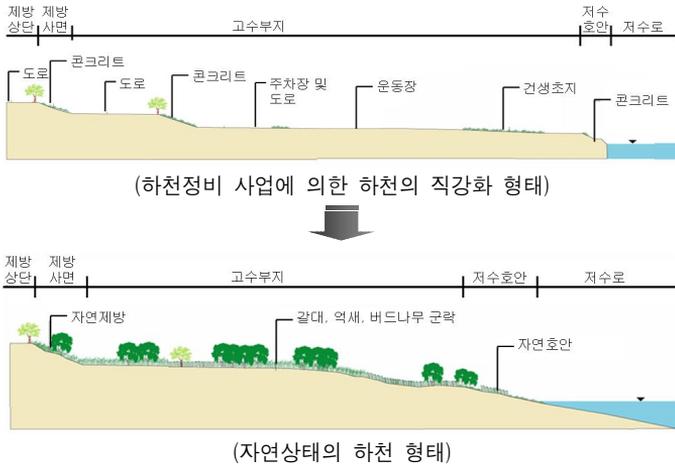
3. 초기강우 대책

- 초기강우에 의한 수질오염은 도시하천에서 빈번하게 발생하는 수질사고로, 비점오염원 월류수의 급격한 부하로 인한 탄천의 수질오염 방지를 위해 초기강우 월류수 대책이 필요함.
- 초기강우 월류수 대책으로 하천 우수토실에 물리화학적 처리시설

을 설치하여 초기강우시에만 가동하는 방안과, 하천에 저류조를 설치하여 초기강우 월류수를 제어하는 방안이 있음. 즉 탄천 고수부지에 초기강우 저류조를 설치하여 일시적인 오염부하를 제어하여야 함.

4. 생태하천 조성

- 탄천하류는 하도내 넓은 부지에 식생이 잘 발달되어 있음. 현재 탄천하류는 서울시 생태경관보존지역으로 지정되어 있어 조류 등 야생동식물이 많이 서식하고 있음. 따라서 탄천하류의 식생지대는 잘 보존되어야 하고 보다 확대하는 방향으로 나아가야 할 것임.
- 탄천을 생태하천으로 조성하기 위해서는 호안을 자연형상태로 개선하여야 함. 일시적으로 모든 하천에 대해 생태호안으로 개선하기에는 어려움이 많으므로 점진적으로 생태호안으로 개선하여 하천의 생태적 기능을 강화하여야 할 것임<그림 참조>.



<그림> 생태호안의 모식도

목 차

제1장 서론	1
제1절 연구 배경 및 목적	3
1. 연구 배경	3
2. 연구 목적	4
제2절 연구 방법	4
1. 대상적 범위	4
2. 내용적 범위	4
제3절 연구 수행도	5
제2장 탄천 유역 및 생물상 현황	7
제1절 하천환경 현황	9
1. 하천현황	9
2. 탄천하류의 낙차공(수중보) 현황	17
제2절 인문사회 현황	18
1. 인구	18
2. 토지이용 현황	21
3. 산업폐수	22
4. 축산폐수 발생원 현황	23
제3절 하수도 및 관련계획	24
1. 하수처리 현황	24
2. 하수도 관련계획 현황	26
제4절 생물상 현황	27

1. 서울시 구간	28
2. 경기도 구간	29
제5절 탄천수질 목표등급 및 관련제도 현황	31
1. 탄천 수질 목표등급	31
2. 관련제도 현황	35
제3장 탄천 수질오염 부하량	43
제1절 발생 및 배출 부하량 산정	45
1. 개요	45
2. 발생부하량	46
3. 배출부하량	52
제2절 유달부하량 산정	58
1. 개요	58
2. 유달부하량	59
제4장 탄천 수질 오염도 분석	61
제1절 탄천의 과거 수질 현황	63
1. 환경부 측정망 자료	63
2. 강남구의 탄천 수질조사 자료	71
제2절 2007년 탄천 수질조사	78
1. 조사지점 및 방법	78
2. 기상현황	79
3. 조사결과	80
제5장 탄천하류의 수리 및 수질모델링 분석	93
제1절 탄천보 제거 전후 수리·수문 영향 분석	95
1. 수증보 기초자료	95

2. 분석의 기본 이론	102
3. 분석 결과	105
4. 종합	118
제2절 탄천하류의 수질모델링에 의한 분석	118
1. 개요	118
2. 수질예측	122
3. 분석결과	124
제6장 탄천 수질개선 방안	127
제1절 탄천하류 수질악화 원인의 종합분석	129
1. 탄천의 적은 하천수량	129
2. 탄천 및 성남하수처리장의 방류수	130
3. 초기강우 월류수에 의한 탄천수질오염 심화	138
4. 탄천보에 의한 수역의 정체와 부영양화 현상	141
제2절 탄천의 수질 개선 방안	143
1. 탄천보를 제거하여 호소화 현상 개선	143
2. 중상류 수역의 유량확보 필요	143
3. 적극적인 하수처리시설의 고도화 필요	144
4. 초기강우(월류수) 대책	145
5. 탄천의 생태하천 조성방안	146
6. 탄천 중상류 수역의 수로폭 정비 및 생물서식지 개선	148
제7장 결론 및 정책건의	149
제1절 연구 결과 요약	151
제2절 정책 건의	156
참고문헌	159
부록	165

영문요약 179

표 목 차

<표 2-1> 탄천 유역특성	11
<표 2-2> 탄천유역의 하천현황	11
<표 2-3> 탄천 유역 행정구역	14
<표 2-4> 탄천유역 행정구역별 편입면적	15
<표 2-5> 서울 관측소 기상 관측 자료	16
<표 2-6> 탄천보 제원 현황	18
<표 2-7> 탄천유역 인구변화 추이	19
<표 2-8> 탄천유역 행정구역별 토지면적	21
<표 2-9> 탄천유역 토지이용 현황	22
<표 2-10> 탄천유역 행정구역별 산업 업소수 및 폐수 현황	23
<표 2-11> 탄천유역 행정구역별 축산폐수 발생원 현황	24
<표 2-12> 탄천유역 하수도 보급 현황	25
<표 2-13> 탄천유역 하수처리시설 현황	26
<표 2-14> 탄천유역 하수도 관련 계획	27
<표 2-15> 탄천유역 생물상 현황 조사보고서 개요	27
<표 2-16> 탄천유역 생물상 현황 - 서울시 구간	29
<표 2-17> 탄천유역 생물상 현황 - 경기도 구간	30
<표 2-18> 위락용수 수질 기준	32
<표 2-19> 수환경 관점에서 본 도시하천 이미지에 대한 수질	33
<표 2-20> 탄천 경관 목표수질	33
<표 2-21> 환경정책기본법	35
<표 2-22> 환경정책기본법 시행령 별표1	36
<표 2-23> 수질및수생태계보전에관한법률	38

<표 2-24> 하천법	39
<표 2-25> 자연환경보전법	40
<표 2-26> 도시 관류 하천의 특성과 자연형 하천 정화사업 방향	41
<표 3-1> 오염원별 BOD 발생부하량	47
<표 3-2> 오염원별 T-N 발생부하량	49
<표 3-3> 오염원별 T-P 발생부하량	51
<표 3-4> 오염원별 BOD 배출부하량	53
<표 3-5> 오염원별 T-N 배출부하량	55
<표 3-6> 오염원별 T-P 배출부하량	57
<표 3-7> 탄천 유달오염부하량 산정을 위한 자료	59
<표 3-8> 탄천 유달 부하량, 부하율 산정	59
<표 4-1> 연도별 서울지역 기상 현황	65
<표 4-2> 탄천의 계절별 BOD 현황	73
<표 4-3> 탄천의 계절별 SS 현황	74
<표 4-4> 탄천의 계절별 T-N 현황	76
<표 4-5> 탄천의 계절별 T-P 현황	77
<표 4-6> 탄천수질 조사 구간	79
<표 4-7> 2007년도 서울지역 기상 현황	80
<표 4-8> 수온 조사 결과	81
<표 4-9> 탄천 pH 결과	82
<표 4-10> 탄천 DO 조사 결과	83
<표 4-11> 탄천 BOD 조사 결과	85
<표 4-12> 탄천 SS 조사 결과	86
<표 4-13> 탄천 T-N 조사 결과	88
<표 4-14> 탄천 T-P 조사 결과	90
<표 4-15> 탄천 클로로필-a 조사 결과	91

<표 5-1> 탄천 하구 유황	96
<표 5-2> 탄천 하구 기점 홍수위	97
<표 5-3> Kutter의 조도계수 n	99
<표 5-4> 하천 및 수로의 조도계수	100
<표 5-5> 조도계수의 추정	101
<표 5-6> 홍수시 탄천 수위 분석 현황	107
<표 5-7> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위 분석 결과	110
<표 5-8> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 유속 분석 결과	112
<표 5-9> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위 분석 결과	115
<표 5-10> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 유속 분석 결과	117
<표 5-11> 탄천의 수리계수	119
<표 5-12> 탄천 모델링의 반응계수	120
<표 6-1> 탄천 구간별 유량	130
<표 6-2> 탄천하수처리장 유입 및 방류 수질	134
<표 6-3> 성남차수처리장 유입 및 방류 수질	136
<표 6-4> 하수처리장 방류구 인근 T-N 농도	138
<표 6-5> 하수처리장 방류구 인근 T-P 농도	138
<표 6-6> 강우시 탄천 수질조사	140
<표 6-7> 탄천하류 클로로필- a 농도	142

그림목차

<그림 1-1> 연구 수행 모식도	6
<그림 2-1> 탄천 유역도	10
<그림 2-2> 인공위성에서 본 탄천수계의 모습	12
<그림 2-3> 탄천보 단면도 및 위치 현황	17
<그림 2-4> 탄천 수중보 전경	18
<그림 2-5> 연도별 탄천유역 인구추이	20
<그림 2-6> 탄천유역(서울시) 연도별 인구추이	20
<그림 2-7> 탄천유역(경기도) 연도별 인구추이	21
<그림 3-1> 수질오염 부하량 산정	46
<그림 3-2> 각 오염원별 BOD 발생부하량	47
<그림 3-3> 행정구역별 BOD 발생부하량	48
<그림 3-4> 각 오염원별 T-N 발생부하량	49
<그림 3-5> 행정구역별 T-N 발생부하량	50
<그림 3-6> 각 오염원별 T-P 발생부하량	51
<그림 3-7> 행정구역별 T-P 발생부하량	52
<그림 3-8> 각 오염원별 BOD 배출부하량	53
<그림 3-9> 행정구역별 BOD 배출부하량	54
<그림 3-10> 각 오염원별 T-N 배출부하량	55
<그림 3-11> 행정구역별 T-N 배출부하량	56
<그림 3-12> 각 오염원별 T-P 배출부하량	57
<그림 3-13> 행정구역별 T-P 배출부하량	58
<그림 4-1> 환경부 탄천 수질측정망	64
<그림 4-2> 연도별 서울지역 기상 현황	65
<그림 4-3> 탄천의 연도별 수온 현황	66

<그림 4-4> 탄천의 연도별 pH 현황	67
<그림 4-5> 탄천의 연도별 DO 현황	68
<그림 4-6> 탄천의 연도별 BOD 현황	69
<그림 4-7> 탄천의 연도별 SS 현황	70
<그림 4-8> 탄천의 연도별 T-N 현황	70
<그림 4-9> 탄천의 연도별 T-P 현황	71
<그림 4-10> 강남구 조사의 탄천수질 측정지점	72
<그림 4-11> 탄천의 계절별 BOD 변동	73
<그림 4-12> 탄천의 계절별 SS 변동	75
<그림 4-13> 탄천의 계절별 T-N 변동	76
<그림 4-14> 탄천의 계절별 T-P 변동	78
<그림 4-15> 수온 조사결과	81
<그림 4-16> 탄천 pH 결과	82
<그림 4-17> 탄천 DO 조사 결과	84
<그림 4-18> 탄천 BOD 조사 결과	85
<그림 4-19> 탄천 SS 조사 결과	87
<그림 4-20> 탄천 T-N 조사 결과	88
<그림 4-21> 탄천 T-P 조사 결과	90
<그림 4-22> 탄천 클로로필-a 조사 결과	92
<그림 5-1> 탄천보 철거 전·후 단면 현황	95
<그림 5-2> 유량규모별 조도계수 변화	101
<그림 5-3> 표준측차법(Standard Step Method) 기본이론	103
<그림 5-4> 기본이론 홍수시(계획 홍수위) 탄천 수위	106
<그림 5-5> 홍수시 탄천 수중보 지점 수위	106
<그림 5-6> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위분석 결과	109
<그림 5-7> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교	109
<그림 5-8> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 유속변화	112
<그림 5-9> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위분석 결과	114
<그림 5-10> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교	114

<그림 5-11> 갈수시 탄천 수증보 제거 전·후 유속변화	116
<그림 5-12> 탄천의 모식도	119
<그림 5-13> 탄천의 BOD 실측치와 계산치 비교	120
<그림 5-14> 탄천의 T-N 실측치와 계산치 비교	121
<그림 5-15> 탄천의 T-P 실측치와 계산치 비교	121
<그림 5-16> 탄천4지점의 BOD 변화	122
<그림 5-17> 탄천5지점의 BOD 변화	122
<그림 5-18> 탄천의 장래 BOD 수질 예측	123
<그림 5-19> 탄천의 장래 T-N 수질 예측	124
<그림 5-20> 탄천의 장래 T-P 수질 예측	124
<그림 6-1> 탄천하수처리장 시간별 유입하수량(1처리장)	131
<그림 6-2> 탄천하수처리장 시간별 유입하수량(2처리장)	131
<그림 6-3> 성남하수처리장 시간별 유입하수량(1처리장)	133
<그림 6-4> 성남하수처리장 시간별 유입하수량(2처리장)	133
<그림 6-5> 탄천하수처리장 유입 및 방류 BOD	134
<그림 6-6> 탄천하수처리장 유입 및 방류 T-N	135
<그림 6-7> 탄천하수처리장 유입 및 방류 T-P	135
<그림 6-8> 성남하수처리장 유입 및 방류 BOD	136
<그림 6-9> 성남하수처리장 유입 및 방류 T-N	137
<그림 6-10> 성남하수처리장 유입 및 방류 T-P	137
<그림 6-11> 초기강우 유출에 의한 한강 수질오염 현황	139
<그림 6-12> 초기강우시 탄천유역내 하수처리장 인근 BOD	140
<그림 6-13> 2007년 강우현황에 따른 탄천하수처리장 유입수량	141
<그림 6-14> 탄천하류 계절별 클로로필-a 농도 변화	142
<그림 6-15> 현 탄천보 제거 위치	144
<그림 6-16> 물리화학적 빗물 처리시설(Downstream Defender)	145
<그림 6-17> 빗물 저류소 사례	146
<그림 6-18> 탄천하류 고수부지의 식생지대	146
<그림 6-19> 생태호안의 블록 유형	147

<그림 6-20> 생태호안의 모식도	147
<그림 6-21> 통나무 공법을 이용한 저수로	148

제 I 장 서 론

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 방법

제3절 연구 수행도

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

최근 시민들의 친수·자연형 하천 조성에 대한 관심이 크게 늘어나고 있다. 특히 양재천과 청계천이 친수·자연형 하천으로 조성되면서 시민들의 관심은 폭발적이다. 이러한 현상은 인근 주민들의 정서적 안정과 운동이나 산책을 통한 건강 증진은 물론 주변 지역의 경제적 가치를 상승시키는 역할을 하고 있기 때문이다.

서울시 주요하천을 친수·자연형 하천으로 조성하기 위해서는 여러 가지 사항이 개선되어야 한다. 그 중 무엇보다 우선되어야 할 일은 하천에 맑고 깨끗한 물을 흐르게 하는 것으로 하천의 유량확보와 수질개선이라 할 수 있다.

그러나 우리나라는 자연현상의 특성상 하천의 수질개선이 그리 쉽지 않으며, 특히 서울과 같은 도시의 하천은 더욱 그러하다. 일반적으로 우리나라 하천은 겨울~봄철 갈수기에는 수질이 악화되며, 여름철 강우기에는 탁도가 높은 물이 한꺼번에 유입되는 경향을 보여 수질관리가 어렵다. 더욱이 도시하천은 생활하수를 배출하는 합류식 하수도와 연계되어 있어 초기강우 월류수가 하천으로 유입될 수 있으며, 도시화에 따른 주변 숲, 습지, 저류지 등과 연결되는 하천기능이 크게 제약을 받고 있어 수질관리가 매우 힘든 실정이다.

탄천의 경우 최근 수질이 악화되는 추세를 보이고 있다. 탄천 하류인

한강 합류부 지점의 수질은 BOD를 기준으로 2001년 12.0mg/L, 2002년 19.8 mg/L, 2003년 18.1mg/L, 2004년 21.9mg/L, 2005년 21.2mg/L로 20mg/L를 상회하는 수준으로 나타났다. 이처럼 최근 5년간 탄천 수질이 크게 악화되고 있어 이에 대한 연구 필요성이 제기되고 있다.

2. 연구 목적

이 연구의 목적은 첫째, 탄천의 수질상태, 수질오염원, 오염부하량 등 수질악화원인을 조사하고 둘째, 탄천과 한강분류의 연계성 강화 및 보에 의한 흐름 정체에 따른 영향을 조사하고, 즉 수중보 제거 시의 수리·수문 영향과 수질개선을 조사하고 셋째, 탄천 수질향상을 위한 수질개선 방안을 제시하는데 있다.

제2절 연구 방법

1. 대상적 범위

이 연구의 대상범위는 상류인 경기도 용인, 분당시와 하류구간인 서울시계를 포함하는 탄천 수계 전 구간이다. 수질악화 원인 조사는 수질이 악화되고 있는 탄천하류 서울시계 구간으로 한정하여 조사하였다. 또한 수중보 제거 시 수리·수문현상은 하류구간을 중심으로, 철거오염원과 오염부하량 조사 및 하천 수질조사 등은 전 구간을 대상으로 살펴보았다.

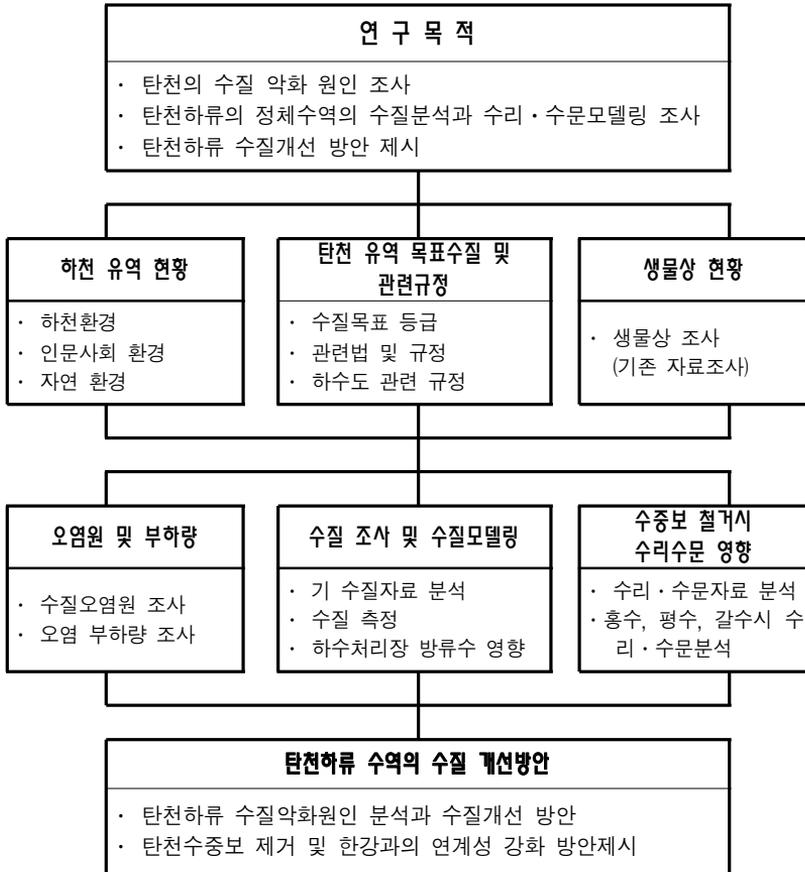
2. 내용적 범위

수질오염의 원인 분석은 기 조사된 자료와 이 연구에서 실시한 수질조사 등을 포함하였다. 특히 환경부, 강남구 등 여러 기관에서 조사한 수질조

사 내용을 분석하였고, 2007년 조사는 이 연구에서 직접 시료를 채취하여 서울시 보건환경연구원에 의뢰하여 분석·조사하였다. 특히 탄천하류의 정체에 따른 수질영향을 분석하기 위해 클로로필-a와 T-P등을 조사하여 분석하였다. 이와같이 탄천하류의 수질개선을 위해 수중보의 영향을 분석하는 것이 필요하다. 따라서 수중보의 제거에 대한 수리적 특성은 수리·수문모델을 이용하여 분석하였다. 이를 바탕으로 탄천하류의 주요 수질개선 방안을 살펴보았다.

제3절 연구 수행도

연구 수행 모식도는 <그림 1-1>과 같다.



<그림 1-1> 연구 수행 모식도

제Ⅱ장 탄천 유역 및 생물상 현황

제1절 하천환경 현황

제2절 인문사회 현황

제3절 하수도 및 관련계획

제4절 생물상 현황

제5절 탄천수질 목표등급과 관련제도현황

제1절 하천환경 현황

1. 하천현황

1) 개요

수도권 남동부에 위치한 탄천은 국가하천인 한강의 제1지류로 경기도 용인시 구성읍 청덕리 향린동산에서 발원하여 북류하다 분당신도시와 성남시를 관류하여 양재천, 장지천 및 세곡천 등의 지류와 합류하여 송파구를 관류한 후 한강 좌안측으로 유입되는 지방2급 하천이다.

탄천 유역의 동쪽은 용인시와 광주시가 위치하고 있는 경안천 유역과 접하며 서쪽으로는 안양시가 위치하고 있는 안양천 유역, 남쪽으로는 안성천 수계의 황구지천 및 오산천 유역, 북쪽은 서울특별시와 경계를 이루며 한강 본류의 잔류 유역과 접하고 있다.

탄천의 하상 경사를 보면 동막천 합류점 하류부 구간은 1/730~1/350 정도이고 상류부 구간은 대략 1/300~1/90 정도로, 상류부는 급경사를 이루고 있다. 또한 하상구성재료를 보면 하류부 구간은 주로 세골재 및 사질토이고 상류구간은 주로 세골재로 구성되어 있다.

6개 행정구역에 걸쳐있는 탄천은 유역면적 300.95km², 유로연장 총 164.74km(본류 35.62km, 지류 129.12km), 유역평균 폭 8.44km, 형상계수(A/L²) 0.24의 남북으로 뻗어있는 장방형 유역형상을 나타내고 있다. 이 중 서울시 대상구간 면적이 113.05km², 유로연장 8.9km, 평균고도 122m이다.

<그림 2-1>은 탄천유역도를 나타낸 것이며, <그림 2-2>에는 탄천유역의 인공위성사진을 나타냈다. <표 2-1>에 탄천의 유역특성을 나타냈으며, 탄천 지류별 위치와 하천현황은 <표 2-2>와 같다.



<그림 2-1> 탄천 유역도

<표 2-1> 탄천의 유역특성

하천명	유역면적 A (km ²)	유로연장 L(km)			유역 평균폭 A/L	유역 형상계수 A/L ²	하천 밀도	하천 개수	평균 고도 (E.L.m)	평균 경사
		계	본류	지류						
탄천	300.95	164.74	35.62	129.12	8.45	0.24	0.547	20	122	19.30

<표 2-2> 탄천유역의 하천현황

본류	제1 지류	제2 지류	제3 지류	위 치						유역 면적 (km ²)	유로 연장 (km)	
				기 점			종 점					
				시·도	시군구	읍면동	시·도	시군구	읍면동			합류점
한강	탄천			경 기	용 인	마 성	서 울	강 남	청 담	한 강	300.95	35.62
		양재천		"	과 천	갈 현	"	"	개 포	탄 천	62.62	16.60
		막계천		"	"	막 계	경 기	과 천	막 계	양재천	10.00	5.00
		여의천		서 울	서 초	신 원	서 울	강 남	대 치	"	13.27	3.30
		세곡천		"	"	내 곡	"	"	세 곡	탄 천	9.15	3.14
		독정천		경 기	성 남	태 평	경 기	성 남	태 평	"	3.84	4.60
		단대천		"	"	은 행	"	"	성 남	"	8.55	7.75
		상적천		"	"	고 등	"	"	둔 전	"	11.13	7.75
		대원천		"	"	상대원	"	"	성 남	"	11.16	8.00
		보통천		"	"	"	"	"	상대원	대원천	2.44	2.60
		여수천		"	"	조 촌	"	"	여 수	탄 천	8.66	7.10
		야탑천		"	"	야 탑	"	"	사 송	"	4.74	4.65
		운중천		"	"	운 중	"	"	이 매	탄 천	23.10	9.65
		금토천		"	"	금 토	"	"	이 평	운중천	9.84	6.50
		분당천		"	"	분 당	"	"	수 내	탄 천	11.51	6.23
		동막천		"	"	대 장	"	"	구 미	"	28.76	10.40
		손곡천		"	용 인	수 지	"	용 인	수 지	동막천	4.79	6.00
		성북천		"	"	"	"	"	"	탄 천	15.62	8.40
		정평천		"	"	"	"	"	"	성북천	7.23	6.95
		마북천		"	"	마 성	"	"	구 성	탄 천	4.66	4.50

자료 : 탄천수질개선을 위한 종합계획 설계, 강남구, 2004



<그림 2-2> 인공위성에서 본 탄천수계의 모습

(1) 탄천 하류 구간(서울시계 구간)

이 연구의 중점대상이 되는 탄천 하류구간의 하천현황을 살펴보면 하천양안은 콘크리트 호안블록으로 설치되어 있으며, 제방 위를 도로로 사용하고 있어, 사실상 하천과 유역이 분리된 전형적인 도시하천을 보이고 있다. 우안에는 서울종합운동장 및 아파트 단지가 위치하고 있으며, 고수부지에는 자동차면허시험장, 주차장, 견인이동차량보관소, 노천극장으로 이용되고 있으며, 이 고수부지가 한강시민공원(한강본류의 고수부지)과 연결되어 있다.

좌안은 한강까지 연결되는 산책로 및 자전거도로가 지류인 양재천으로 이어져 있으며, 중상류부의 좌우안 고수부지가 비교적 넓게 형성되어 자연 상태가 비교적 잘 유지하고 있다. 또한 분당수서간 고속화도로가 지류인 양재천을 횡단하고, 광평교 상류 약 1.0km 지점에서 하천을 횡단 후 우안측으로 이어지다 서울외곽순환고속도로와 연결된다.

성남하수처리장은 탄천1교 상류 우안측 1km 지점에서 위치하고 있어 탄천하류의 수질에 영향을 미치고 있으며, 또한 탄천1교 좌안측 상류로 약 200m 지점에 탄천하수처리장이 위치해 있어 탄천 하류 수질에 영향을 미치고 있다. 우안측으로 일부 저지대 주거지역에 대한 우수 배제 시설인 탄천 빗물펌프장 2개소가 있다.

2) 면적 및 행정구역

탄천유역은 ‘국가수자원관리종합정보시스템’에서 제공하는 표준유역을 기초로 탄천상류(101804), 성남수위표(101805), 탄천하류(101806)의 3개 표준유역으로 구분되며, 서울시 3개구와 경기도 4개시가 포함되어 있다. 각각의 표준유역에 해당하는 행정구역은 <표 2-3>과 같다.

탄천상류는 경기도 성남시 분당구와 용인시 일부지역을 포함하고 있으며 성남수위표는 서울시 강남구, 서초구, 송파구의 일부지역과 성남시 수정구, 중원구, 분당구 지역을 포함하고 있다. 탄천하류는 서울시 강남구, 서초구, 송파구 지역과 경기도의 성남시 수정구, 과천시 및 하남시 일부지역을 포함하고 있다.

서울시 3개구와 경기도 4개시를 포함하고 있는 탄천 유역은 행정구역 전체 편입면적 302.8km²로 서울시가 68.2km², 경기도가 234.6km²를 차지하고 있다. 탄천 유역의 면적을 살펴보면 <표 2-4>와 같다.

<표 2-3> 탄천 유역 행정구역

유역명	표준 유역코드	표준 유역명	시도	시군구	읍면동
탄 천	101804	탄천 상류	경기도	성남시 분당구	분당동, 수내동(1,2,3동), 정자동(1,2,3동), 서현동(1,2동), 판교동, 금곡동, 구미동, 운중동
				용인시	구성읍, 풍덕천동(1,2동), 죽전동(1,2동), 동천동, 상현동
	101805	성남 수위표	서울시	강남구	세곡동
				서초구	내곡동
				송파구	문정2동
			경기도	성남시 수정구	신흥동(1,2,3동), 태평동(1,2,3,4동), 수진동(1,2동), 단대동, 산성동, 양지동, 복정동, 신촌동, 고등동, 시흥동
				성남시 중원구	성남동, 중동, 금광동(1,2동), 은행동(1,2동), 상대원동(1,2,3동), 하대원동
				성남시 분당구	서현1동, 이매동(1,2동), 야탑동(1,2,3동), 판교동, 운중동
	101806	탄천 하류	서울시	강남구	삼성동(1,2동), 대치동(1,2,3,4동), 역삼2동, 도곡동(1,2동), 개포동(1,2,3,4동), 세곡동, 일원본동, 일원동(1,2동), 수서동
				서초구	양재동(1,2동), 내곡동
				송파구	거여2동, 송파동(1,2동), 석촌동, 삼전동, 가락본동, 가락동(1,2동), 문정동(1,2동), 장지동, 잠실본동, 잠실동(1,2,3,5,6,7동)
			경기도	성남시 수정구	복정동
				과천시	중앙동, 갈현동, 별양동, 부림동, 과천동, 문원동
하남시				감북동	

*자료 : 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

<표 2-4> 탄천유역 행정구역별 편입면적

탄천유역 행정구역		면적 (km ²)	면적 비율 (%)	
총 계		302.8	100.0	
서울시	소계	68.2	22.5	
	강남구	24.7	36.2	100.0
	서초구	26.2	38.5	
	송파구	17.3	25.3	
경기도	소계	234.6	77.5	
	과천시	31.6	13.5	100.0
	성남시	141.8	60.5	
	용인시	57.3	24.4	
	하남시	3.8	1.6	

*자료 : 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)

3) 기상

한반도 중서부에 위치한 탄천 유역의 일반적인 기상은 우리나라의 전반적인 기상현상과 비슷한 대륙성 계절풍 지역으로 여름에는 고온다습하고 겨울에는 한랭건조하며 사계절의 구별이 뚜렷하게 나타나고 있다.

연구대상지역에 위치한 서울관측소의 1996년~2005년의 10년간 관측자료를 살펴보면 평균기온은 12.2℃이며 1월이 -2.5℃로 가장 낮고 8월이 25.4℃로 가장 높게 나타났으며 겨울철과 여름철의 온도차는 27.9℃였다. 연평균 증발량은 1,094mm이고 강수량은 연평균 1,344.2mm, 평균습도는 66.8%로 나타났다<표 2-5>.

<표 2-5> 서울 관측소 기상 관측 자료(1996년~2005년)

구 분	기온			증발량	강수량	습도
	평균	최고	최저			
1월	-2.5	1.6	-6.1	37.3	21.6	62.6
2월	-0.3	4.1	-4.1	46.3	23.6	61
3월	5.2	10.2	1.1	82.3	45.8	61.2
4월	12.1	17.6	7.3	119.9	77	59.3
5월	17.4	22.8	12.6	142.3	102.2	64.1
6월	21.9	26.9	17.8	137.4	133.3	71
7월	24.9	28.8	21.8	114.5	327.9	79.8
8월	25.4	29.5	22.1	121.6	348	77.4
9월	20.8	25.6	16.7	107.9	137.6	71
10월	14.4	19.7	9.8	89.5	49.3	66.2
11월	6.9	11.5	2.9	55.2	53	64.6
12월	0.2	4.2	-3.4	40.	24.9	63.8
총계	12.2	16.9	8.2	1094.2	1344.2	66.8

*자료 : www.kms.go.kr

4) 지형·지질

탄천유역은 광주산맥의 남서연장 점멸부에 해당하며, 남북으로 거의 직선상 저지대를 중심으로 동서 양측으로 병립하는 지세를 보여준다.

서반부에는 이 지역의 최고봉인 망경대(EL. 618m)와 최저지대인 한강변(EL.20.0m)이 있고, 동반부에는 검단산(EL.534.7m)과 광주시 일대 저지대(EL.40.0m)가 있다. 서반부에서 능선들은 광고산(EL.582m), 백운산(EL.564.2m), 바라산(EL.428m), 모은봉(EL.540m), 청계산(EL.583m), 망경대(EL.618m), 옥녀봉(EL.373m) 등이 남북으로 연봉을 이루고 있다.

탄천유역의 지질은 경기 편마암 복합체로 주지된 곳으로 대부분 선캄브리아기 편마암류로 구성되어 있다. 편마암류는 주로 호상흑운모 편마암(Banded Biotite Gneiss)과 흑운모 편마암(Biotite Gneiss)으로 구성되어 있고 이 외에 부분적으로 개재된 세립질 편마암, 우백질 편마암, 화강암질 편

마암 등으로 되어 있다.

2. 탄천하류의 낙차공(수중보) 현황

탄천보의 위치는 NO. 0으로 탄천 하구에 위치해 있으며, 높이 2.5m, 길이 25m, 폭 2.0m의 수중보이다. 탄천보 상단의 표고는 NO. 0 지점의 최심 하상고인 2.05EL.m에 보의 높이인 2.5m를 더하여 4.55EL.m로 추정하였다.

탄천보의 단면 및 위치는 <그림 2-3>과 같고, 탄천보의 모습은 <그림 2-4>와 같다. 제원 현황은 <표 2-6>과 같다.



<그림 2-3> 탄천보 단면도 및 위치 현황

*자료 : google earth



<그림 2-4> 탄천 수중보 전경

<표 2-6> 탄천보 제원 현황

하 천	명 칭	위 치 (No.)	제 원				사업비 (천원)	비 고
			B (m)	W (m)	H (m)	L (m)		
탄 천	탄천보	0	2.0	92.3	2.5	25	45,000	

*자료 : 하천정비기본계획 2000. 12, 서울특별시

제2절 인문사회 현황

1. 인구

행정구역 면적비를 이용하여 탄천유역이 속한 각 행정구역에서의 인구를 산정하면 <표 2-7>과 같다. 전체 탄천유역의 인구는 2005년 기준으로 1,908,033명으로 그 중 서울시가 657,804명(34.5%), 경기도가 1,250,199명

(65.5%)으로 나타났다.

서울시는 대부분 강남구와 송파구에 인구가 집중되어 각각 46.9%와 45.1%의 비율을 나타냈으며, 경기도는 성남시가 74.9%의 비율로 인구가 집중되어 있는 것으로 나타났다. 반면, 하남시는 탄천 유역내 경기도 전체 인구의 0.01%의 비율을 차지하였다.

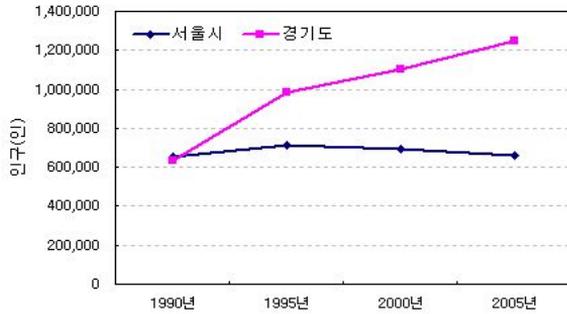
탄천 유역의 1990년, 1995년, 2000년, 2005년 인구추이를 살펴보면, 1990년과 비교하여 2005년에는 서울에서 5,782명, 경기도에서 614,191명이 증가하여 탄천 유역 전체로는 619,973명이 증가하였다.

<표 2-7> 탄천유역 인구변화 추이 (1990년~2005년)

행정구역	인구(인)				비율(%)	
	1990년	1995년	2000년	2005년		
탄천유역						
총 계	1,286,130	1,693,297	1,790,361	1,908,003	100.00	
서울시	소계	652,022	711,370	691,606	657,804	34.48
	강남구	278,525	329,136	316,552	308,270	46.86
	서초구	39,233	53,349	51,340	52,666	8.01
	송파구	334,264	328,885	323,714	296,868	45.13
경기도	소계	634,018	981,927	1,098,755	1,250,199	65.52
	과천시	70,795	66,731	65,479	55,766	4.46
	성남시	540,754	869,094	914,590	935,984	74.87
	용인시	22,231	45,918	118,532	258,320	20.66
하남시	238	184	154	129	0.01	

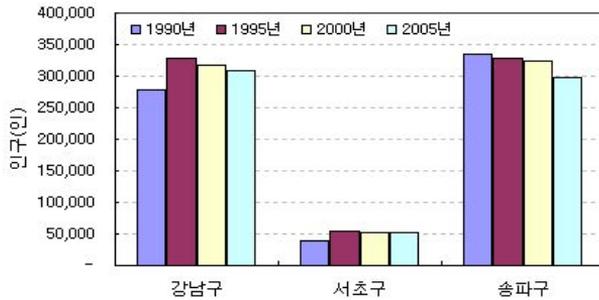
*자료 : www.wamis.go.kr , www.nso.go.kr

<그림 2-5>는 탄천 유역내 서울시와 경기도의 연도별 인구변화 추이를 나타낸 것으로 서울시의 경우 1990년에서 1995년까지는 증가추세를 보였으나 그 이후로는 점차 감소하는 것으로 나타난 반면, 경기도의 경우 1990년 이후 해마다 급격한 인구증가를 보이는 것으로 나타났다.

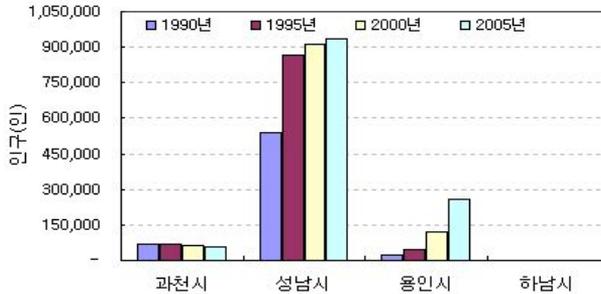


<그림 2-5> 연도별 탄천유역 인구추이

서울시와 경기도의 행정구역별 연도별 인구변화 추이를 살펴보면, <그림 2-6>, <그림 2-7>과 같으며 경기도 성남시와 용인시의 경우 지속적으로 인구가 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 용인시의 경우 2000년 이후 급격한 인구증가를 나타내고 있다.



<그림 2-6> 탄천유역(서울시) 연도별 인구추이



<그림 2-7> 탄천유역(경기도) 연도별 인구추이

2. 토지이용 현황

탄천유역의 행정구역별 면적과 비율은 <표 2-8>과 같다. 서울시가 68,483,834㎡로 전체유역의 22.6%를 차지하고 있으며, 경기도가 234,828,701㎡로 77.4%를 차지하여 서울시의 3배 이상의 면적을 차지하는 것으로 나타났다.

<표 2-8> 탄천유역 행정구역별 토지면적 (2005년 기준)

탄천유역 행정구역	면적 (km ²)	비율 (%)
총 계	303,302,535	100.0
서울시	68,473,834	22.6
경기도	234,828,701	77.4

*자료 : www.wamis.go.kr , www.nso.go.kr, 통계연보(2005)

<표 2-9>는 탄천유역의 행정구역별 토지이용 현황을 나타낸 것으로, 전체면적 303,253,077㎡중 임야가 140,407,587㎡로 전체 면적의 46.3%를 차지했고, 그 다음으로는 대지가 86,365,966㎡으로 28.5%로 나타났다.

<표 2-9> 탄천유역 토지이용 현황 (2005년 기준)

행정구역		면적 (㎡)				
탄천유역		총계	전	답	임야	대지
총 계		303,253,077	18,736,609	21,951,617	140,407,587	86,365,966
비 율 (%)		100.00	6.18	7.24	46.30	28.48
서울시	강남구	25,389,100	816,455	974,537	4,085,644	15,255,965
	서초구	25,704,141	1,356,745	1,304,934	10,012,958	10,561,934
	송파구	17,379,374	586,262	836,032	963,062	10,663,832
경기도	과천시	31,994,240	2,590,650	2,055,869	20,477,750	5,240,336
	성남시	141,764,235	8,383,248	8,586,163	70,457,141	36,201,093
	용인시	57,252,501	4,680,894	7,856,793	32,390,190	8,093,961
	하남시	3,769,487	322,355	337,288	2,020,842	348,845

*자료 : www.wamis.go.kr , www.nso.go.kr, 통계연보(2005)

<표 2-9> 탄천유역 토지이용 현황 (2005년 기준) (계속)

행정구역		면적 (km ²)			
탄천유역		총계	목장	기타	하천
총 계		303,253,077	494,004	22,999,658	12,294,301
비 율		100.00	0.16	7.58	4.05
서울시	강남구	25,389,100	-	1,642,958	2,613,541
	서초구	25,704,141	212	1,101,559	1,365,799
	송파구	17,379,374	-	1,567,033	2,763,153
경기도	과천시	31,994,240	25,882	1,121,439	482,314
	성남시	141,764,235	50,148	14,642,140	3,442,982
	용인시	57,252,501	285,901	2,720,971	1,221,774
	하남시	3,769,487	131,860	203,558	404,738

*자료 : www.wamis.go.kr , www.nso.go.kr, 통계연보(2005)

3. 산업폐수

탄천 유역내 행정구역별 산업체업소 수 및 폐수 현황은 <표 2-10>과 같다. 전체 업소는 2,653개로 서울시 1,531개, 경기도 1,122개이며, 폐수 발생량은 전체 62,041m³/일 중 서울시가 5,750m³/일, 경기도가 56,291m³/일로

경기도에서의 발생량이 많은 것으로 나타났다.

폐수 방류량 역시 전체 35,627m³/일 중 경기도가 30,213m³/일로 5,414m³/일을 차지하는 서울시와 비교하여 약 6배가 많은 폐수를 방류하는 것으로 나타났다.

행정구역별로는 강남구가 690개의 업소를 갖고 있는 것으로 조사되었지만, 폐수 방류량은 경기도 용인시가 422개 업소에서 26,420m³/일의 폐수를 방류하여 가장 많은 양을 배출하는 것으로 나타났다.

<표 2-10> 탄천유역 행정구역별 산업 업소수 및 폐수 현황

행정구역	업소수 (개)	폐수발생량 (m ³ /일)	폐수방류량 (m ³ /일)	유기물(BOD) 부하량 (kg/일)		
				발생	배출	
총 계	2,653	62,041	35,627	2,638	102	
서울시	소계	1,531	5,750	5,414	26	26
	강남구	690	1,338	1,305	26	26
	서초구	351	694	626	0	0
	송파구	490	3,718	3,483	0	0
경기도	소계	1,122	56,291	30,213	2,612	76
	과천시	41	98	98	0	0
	성남시	556	3,384	3,210	964	34
	용인시	422	52,138	26,420	1,636	41
	하남시	103	671	485	12	1

*자료 : 1. 2004 공장폐수의 발생과 처리, 2005, 환경부
2. 한강쓰레기 처리비용 분담연구, 2006, 서울시

4. 축산폐수 발생원 현황

탄천유역내 행정구역별 축산농가의 사육두수는 <표 2-11>과 같다. 서울시의 경우 강남구와 송파구는 축산폐수 발생원이 없는 것으로 나타났으며, 서초구만 한우, 젓소, 닭, 사슴 등에 의해 축산폐수가 발생하는 것으로

나타났다. 경기도의 경우 과천시, 성남시, 용인시, 하남시 모두에서 축산폐수 발생원이 있는 것으로 나타났다. 특히 용인시의 경우 4,580,654두로 높은 비율을 차지하는 것으로 조사되었다.

탄천유역 전체를 놓고 살펴보면, 닭이 4,153,207두로 축산발생원 중 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 다음으로 돼지 278,233두, 오리 123,679두가 차지하는 것으로 나타났다.

<표 2-11> 탄천유역 행정구역별 축산폐수 발생원 현황

(단위 : 두)

행정구역	총계	한우	젓소	돼지	닭	말	산양	사슴	개	오리
총 계	4,610,557	7,541	4,935	278,233	4,153,207	1,678	2,388	2,407	36,381	123,679
서울시	소계	398	9	294	0	5	0	9	0	0
	강남구	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	서초구	398	9	294	0	5	0	9	0	0
	송파구	0	0	0	0	0	0	0	0	0
경기도	소계	4,610,159	7,532	4,641	278,233	4,153,202	1,678	2,388	2,398	36,381
	과천시	2,269	270	49	200	0	1,500	0	250	0
	성남시	5,845	46	101	28	1,280	0	825	65	3,500
	용인시	4,580,654	6,614	4,050	277,953	4,131,922	153	1,413	1,962	36,381
	하남시	21,391	602	441	52	20,000	25	150	121	0

*자료 : 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부

제3절 하수도 및 관련계획

1. 하수처리 현황

탄천유역 하수처리현황은 표준유역 기준으로 탄천 하류에 해당하는 서울시의 경우 100% 차집이 이루어지고 있으나, 성남수위표와 탄천 상류에 속하는 경기도는 하수를 완전하게 차집하지 못하는 실정이다. 특히 용인시

는 2006년 자료에 의하면 하수도 보급율이 41.3%에 지나지 않고 있다.

탄천유역 하수도 보급 현황을 살펴보면 <표 2-12>와 같다.

<표 2-12> 탄천유역 하수도 보급 현황

행정구역	하수관거			하수도			
	계획연장 (m)	시설연장 (m)	보급률 (%)	총 인구 (인)	하수종말처리인구(인)	보급률 (%)	
총 계	4,001,300.0	3,537,852.0		3,454,803	3,002,335		
서울시	소계	1,504,820.0	1,504,820.0		1,564,673	1,564,673	
	강남구	617,855.0	617,855.0	100.0	547,775	547,775	100.0
	서초구	355,548.0	355,548.0	100.0	406,875	406,875	100.0
	송파구	531,417.0	531,417.0	100.0	610,023	610,023	100.0
경기도	소계	2,496,480.0	2,033,032.0		1,890,130	1,437,662	
	과천시	208,027.0	201,257.0	96.7	61,206	59,479	97.2
	성남시	1,097,153.0	972,370.0	88.6	992,758	984,972	99.2
	용인시	984,300.0	706,900.0	71.8	702,007	289,849	41.3
	하남시	207,000.0	152,505.0	73.7	134,159	103,362	77.0

*자료 : 하수도통계(2005), 2006, 환경부

탄천유역내 하수처리시설은 서울시 강남구 일원동에 위치한 「탄천하수처리장」 과 경기도 성남시 수정구 복정동에 위치한 「성남하수처리장」 이 있다.

탄천하수처리장은 (주)탄천환경에 위탁하여 운영되고 있으며, 성남하수처리장은 성남시 하수처리과에서 직영으로 운영하고 있다. 각 하수처리시설의 현황은 <표 2-13>과 같다.

<표 2-13> 탄천유역 하수처리시설 현황

처리 시설	시설용량(톤/일)		처리용량 (톤/일)		처리효율 (%)	소재지	처리방법	방류 수역
	시설용량계	고도	처리용량계	고도				
탄 천	시설용량계	1,100,000	처리용량계	891,713	90.0%	서울시 강남구 일원동 580	표준활성슬러지법	탄천
	물리적	-	물리적	3,301				
	생물학적	1,100,000	생물학적	888,412				
	고도	-	고도	-				
성 남	시설용량계	435,000	처리용량계	435,987	87.5%	경기도 성남시 수정구 복정동 317	표준활성슬러지법 + A ₂ O	탄천
	물리적	-	물리적	-				
	생물학적	395,000	생물학적	395,987				
	고도	40,000	고도	40,000				

* 주1 : 처리효율은 BOD를 기준으로 산정되었음.

* 자료 : 하수도통계(2005), 2006, 환경부

2. 하수도 관련계획 현황

탄천하수처리시설은 강화된 질소, 인의 방류수 수질기준을 맞추기 위해 고도처리시설을 도입하고 있다.

경기도의 경우는 성남시 배후지역의 인구 증가 및 농촌 취락지역 등 처리구역 확대에 따른 하수발생량 증가로 인해 하수처리용량이 부족한 실정이다. 특히 용인지역의 하수처리시설 공사의 지연으로 용인에서 발생한 하수량도 처리해야 하는 실정에 있다.

현재 성남하수처리시설의 경우 시설용량 증설 및 운영방식 개선을 통한 수질개선 후 고도처리시설을 도입할 예정에 있으며, 경기도 용인시의 경우에는 용인수지 하수처리시설을 신설할 계획에 있다. 관련계획의 내용은 <표 2-14>와 같다.

<표 2-14> 탄천유역 하수도 관련 계획

시설명	사업내용	계획년도	비고
탄천	고도처리시설 도입	2011	
성남	시설용량 증설 및 고도처리시설 도입	2009	표준활설슬러지법 → NPR로 개선
용인수지	하수처리시설 신설 방법 : 생물학적 질소·인 제거공정 규모 : 110,000톤/일 (총규모 : 150,000톤/일)	2006(준공)	용인시 죽전동

*자료 : 하수도통계(2005), 2006, 환경부

제4절 생물상 현황

기존 연구 보고서를 토대로 탄천유역 생태계 현황을 살펴보았다. 각각의 조사 시기와 조사지점에는 약간의 차이가 있었으나, 조사방법은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. <표 2-15>는 기 조사된 탄천유역 생물상 현황 조사보고서의 내용으로 강남구와 성남시에서 조사한 보고서의 개요를 나타낸 것이다.

<표 2-15> 탄천유역 생물상 현황 조사보고서 개요

문헌명	조사 대상 지역	조사 내용
탄천수질개선을 위한 종합계획 설계 (2004, 강남구)	탄천본류내 서울시계 (한강합류부~대곡교)	현장조사 2회 ('03. 9, '04. 5) : 식생, 어류, 양서파충류, 포유류, 육상곤충, 저서무척추, 부착규조, 식물성플랑크톤 현장조사('03. 10~'04. 5사이 8회) : 조류
탄천 종합기본계획 (2005, 성남시)	탄천본류내 성남시계 (오리교~대곡교)	현장조사 1회(2004년 9월) 기존 문헌 참고

<표 2-15> 탄천유역 생물상 현황 조사보고서 개요(계속)

문헌명	조사 대상 지역	조사 내용
탄천 생태·경관보전지역 일반생태 변화관찰 및 관리대책 연구 (2007, 서울시)	탄천본류내 서울시계 (한강합류부~대곡교)	현장조사('06. 4~'07. 1 사이) (식생, 어류, 조류조사)
한강생태계 조사연구 (2007, 서울시)	한강 본류, 한강 주요지천(탄천 포함), 청계천, 서울숲, 여의샛강	현장조사 계절별 2회 총 8회 반 복조사 ('06. 2~07. 8) : 어류, 조류, 식물, 양서·파충류, 포유류, 저서 무척추 동물, 곤충

각각의 보고서를 바탕으로 탄천유역의 생물상 및 생태계 현황을 정리하였다.

1. 서울시 구간

탄천의 서울시 구간 하천생태계 조사는 계절별로 동일한 시간대에 합동조사를 실시하여 조사되었으며, 조사위치는 대부분 한강합류부~삼성교(S-1), 양재천 학여울 합류부(S-2), 탄천하수처리장 방류구 인근(S-3), 탄천교~광평교(S-4), 서울시와 성남시의 경계부인 대곡교 인근(S-5) 구간을 대상으로 하였다.

서울시 구간의 경우 생태·경관보전지역 정비사업으로 인간의 간섭이 최소화 되어 생물서식환경이 양호한 것으로 나타났다. 일부 구간을 제외하면 외래종과 위해종의 수가 과거에 비해 현저하게 줄었으며, 다양한 개체들이 출현하는 것으로 확인되었다. 특히 수환경을 대표하는 산개구리와 자라, 두꺼비 등이 발견되어 과거에 비해 탄천이 생태계 안정성을 유지하고 있는 것으로 조사되었다<표 2-16>.

<표 2-16> 탄천유역 생물상 현황 - 서울시 구간

구간	식물(식생)	조류	어류	양서·파충류
종합	총 242종 (귀화 43, 식재 41) 좌:도입식재수종 우:건조지성 초본식생	여름 : 총 10종 겨울 : 총 16종	총 17종 (한반도 고유종 2)	총 6종
우점	 <물억새>	 <흰뺨검둥오리>	 <붕어>	 <청개구리>
S-1		흰뺨검둥오리, 쇠오리	붕어, 잉어	청개구리, 자라
S-2	물억새, 부들, 갈대, 버드나무류, 창포 (일부 환삼덩굴)	흰뺨검둥오리, 청둥오리, 왜가리	붕어, 참붕어, 잉어	청개구리, 자라, 두꺼비
S-3	갈대, 물억새	흰뺨검둥오리, 청둥오리, 가마우지	붕어, 잉어	청개구리
S-4	낙지다리, 물억새, 갈대	쇠오리, 청둥오리, 고방오리, 쇠백로, 깍작도요	붕어, 잉어	청개구리
S-5	외래종(가시박, 환삼덩굴)	흰뺨검둥오리, 청둥오리, 왜가리 112개체	붕어, 잉어	청개구리

*참고 S-1 : 한강합류부~삼성교
 S-2 : 양재천 학여울 합류부
 S-3 : 탄천하수처리장 방류구 인근
 S-4 : 탄천교~광평교
 S-5 : 대곡교 인근

2. 경기도 구간

계절별로 동일한 시간대에 합동조사를 실시하여 조사되었으며, 조사위치는 서울시와의 경계부인 대곡교~여수천 인근(G-1), 여수천 합류~운중

천 인근(G-2), 운중천 합류~분당천 인근(G-3), 백현보 습지 인근(G-4), 돌
마교 인근(G-5)으로 5개의 구간을 대상으로 하였다<표 2-17>.

<표 2-17> 탄천유역 생물상 현황 - 경기도 구간

구 간	식물(식생)	조류	어류	양서·파충류
총 합	총 238종 (가을철 147종), 절대하천습지식물종	총 44종 (본류 22종, 천연기념물 황조롱 포함)	총 21종 (본류 14종)	총 17종 (본류 5종)
우 점				
	<갯버들>	<흰뺨검둥오리>	<잉어>	<산개구리>
G-1	잔디, 개기장, 미국가막사리 군락, 망초류 군락	황조롱이, 꼬마물떼새, 개개비, 논병아리	떡붕어, 가물치, 메기	두꺼비, 붉은귀거북, 아무르장지뱀
G-2	잔디, 개기장, 미국가막사리 군락, 망초류 군락	흰뺨검둥오리, 해오라기, 붉은머리오목눈이	모래무지, 붕어, 피라미	산개구리, 아무르산개구리, 두꺼비, 도롱뇽
G-3	키버들, 갯버들, 갈대, 달뿌리풀	물총새, 고방오리, 쇠백로	참붕어, 미꾸리, 밀어	참개구리, 아무르산개구리, 유혈목이
G-4	갈대, 갈풀, 물억새, 부들, 고마리, 미국개기장, 여뀌 (일부 환삼덩굴)	흰뺨검둥오리, 노랑할미새	잉어, 메기, 피라미	산개구리, 아무르장지뱀, 청개구리
G-5	달뿌리풀, 갈풀, 개망초, 잡자리피, 참새귀리, 애기똥풀	쇠백로, 직박구리	피라미, 붕어	산개구리, 두꺼비, 도롱뇽, 아무르장지뱀, 유혈목이, 살모사

*참고 G-1 : 대곡교~여수천 인근
G-2 : 여수천 합류~운중천 인근
G-3 : 운중천 합류~ 분당천 인근
G-4 : 백현보 습지 인근
G-5 : 돌마교 인근

경기도 구간의 생물상 현황은 전체적으로 하천 고유식물종과 어류의 고유화 빈도가 낮은 것으로 조사되었다. 이는 인위적 교란에 의한 자연식생의 훼손과 갈수기시 유량부족으로 생물종 부양기능이 약한 것으로 판단되며, 특히 탄천 상류부(용인시 구간)의 콘크리트 하천화가 생물종 유입 기능을 약화시키는 것으로 파악된다<표 2-17>.

제5절 탄천수질 목표등급 및 관련제도 현황

1. 탄천 수질 목표등급

탄천은 생태계 복원, 수경관의 조성과 같은 경관적 역할 이외에도 수변, 친수공간으로 이용되고 있으므로 그 수질이 이와 같은 활동에 적합하도록 유지되어야 한다. 따라서 탄천의 수질관리를 위한 적절한 목표 수질 기준을 설정할 수 있도록 친수활동 및 경관, 생태계 조건 등을 고려하여 모두를 만족시킬 수 있는 수준에서 수질목표등급이 종합적으로 검토되어야 한다.

탄천의 수질 목표 등급은 ‘나쁨(V등급)’으로 설정되어 있으나 현재 수질은 목표수질 등급에도 크게 미달하고 있다. 또한 탄천에서 많은 친수활동을 하는 시민들을 위해, 자연생태계 복원 등을 위해 목표수질 등급은 상향 조정되어야 할 필요가 있다.

1) 친수활동 목표수질

환경부에서 제정한 위락시설에 있어 물과 직접 접촉하는 경우와 접촉하지 않는 경우에 대해 구분 적용하고 있으며 산책 등 물과 직접 접촉하지 않는 경우의 수질기준은 <표 2-18>과 같다.

그 기준을 살펴보면 부유물질이나 불쾌한 냄새를 유발하지 않을 것 등에 대해서만 규정을 하고, 구체적인 수질기준치는 없는 실정이다. 최소의 수질환경기준인 ‘약간나쁨(Ⅳ등급)’ 생활환경기준을 삼고 있으나, 물놀이 등 물과 직접 접촉하는 경우에는 수질환경기준이 ‘약간좋음(Ⅱ등급)’ 수역인 수영 용수기준치에 준하여 규정하고 있다.

<표 2-18> 위락용수 수질 기준

위락활동	기준치
물과 직접 접촉하지 않는 위락활동 (산책, 사이클링 등)	<p>최소한 다음과 같은 물질이 없어야 함.</p> <p>① 유분, 거품, 스컴(scum), 그리즈(grease) 등의 부유성 물질</p> <p>② 불쾌한 색깔, 냄새, 맛을 유발하는 물질</p> <p>③ 심한 탁도를 유발하는 물질</p> <p>④ 침전하여 불쾌한 퇴적물을 형성하는 물질</p> <p>⑤ 불쾌한 수집생활을 번식시키는 물질</p> <p>⑥ 인체, 동식물 및 어류에 독성이 있거나 유해한 물질</p>
물과 직접 접촉하는 위락활동 (물놀이)	<p>1.의 기준외에 다른 기준에도 부합하여야 함.</p> <p>① 대장균군수 1,000MPN/100ml</p> <p>② pH 6.5~8.5</p> <p>③ DO 5mg/l 이상</p>

*주 : 기타 유해물질은 하천수질 환경기준의 건강보호 기준치와 동일

*자료 : 탄천수질개선을 위한 종합계획 설계, 2004, 강남구

수환경 관점에서 본 도시하천 이미지에 대한 수질은 물놀이를 고려하는 경우에는 BOD를 5mg/L 이하로 유지하고, 대장균 1,000개/100mL 이하의 수질인 ‘보통(Ⅲ등급)’을 확보해야 하는 것으로 나타났다. <표 2-19>에 물의 이용 형태에 따른 수질 기준을 표시하였다.

<표 2-19> 수환경 관점에서 본 도시하천 이미지에 대한 수질

이용형태	물놀이	곤충관찰	낚시	강변놀이	경관	산보
BOD	5mg/l 이하	2mg/l 이하	5mg/l 이하	10mg/l 이하	10mg/l 이하	10mg/l 이하
대장균수	100개/100mL이하	-	-	-	-	-

*자료 : 국제 수환경 기술개발 심포지움, 1992, 한국수도연구소

2) 경관 목표수질

경관 측면에서 본 탄천 목표수질은 하천수질환경기준의 ‘약간좋음(Ⅱ등급)’, ‘보통(Ⅲ등급)’ 정도에 해당하는 수준을 확보하여야 하는 것으로 나타났다<표 2-20>.

<표 2-20> 탄천 경관 목표수질

구분	SS	투시도	BOD	색도	탁도	증발잔류물
수질	25mg/L 이하	20cm 이상	5mg/L 이하	-	-	200mg/L 이하
색	20mg/L 이하	20cm 이상	5mg/L 이하	25도 이하	10도 이하	-
냄새	25mg/L 이하	-	6mg/L 이하	-	20도 이하	-

*자료 : 탄천수질개선을 위한 종합계획 설계, 2004, 강남구

3) 생태계 고려 목표수질

하천관찰과 어류관찰을 위해서는 수질이 피라미 및 붕어 정도까지는 관찰할 수 있도록 유지될 필요가 있다. 이를 위한 수질은 BOD 기준 5mg/L 이하인 하천수질 환경기준 ‘약간좋음(Ⅱ등급)’~‘보통(Ⅲ등급)’ 정도의 수질 확보가 요구된다.

더불어 수생동식물 등을 고려할 때 다양한 종이 존재할 수 있도록 DO 5mg/L, BOD 5mg/L 정도가 적합할 것으로 판단되며, 이는 수질환경기준 ‘약간좋음(Ⅱ등급)’ 정도를 만족하는 기준이다.

4) 생활환경 목표수질

우리나라 환경정책기본법 제10조에 의하면 국민의 건강을 보호하고, 쾌적한 환경을 조성하기 위해 환경기준을 설정하여 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하고 있다.

우리나라와 도시특성이 비슷한 일본의 경우는 호수의 수질환경 기준을 사람의 건강보호에 관한 기준과 생활환경에 관한 기준으로 나누고 있다. 사람의 건강보호에 관한 기준은 카드뮴, 시안, 수은 등의 항목에 대해 모든 공공용수역(하천, 호수 및 해역)에 일률적인 값을 적용하고 기준치를 설정하며, 각 공공용수역에 이수역 유형을 적용하는 것으로 그 수역의 환경기준을 구체적으로 표시하도록 하고 있다.

5) 종합

탄천유역은 하천수질 '나쁨(V등급)' 지역으로 환경부에서 지정되어 있다. 그러나 인간생활과의 관련정도, 이용목적, 수질상황 등을 고려하고 하천에 유입되는 오염수를 처리하는 목표연도별 환경기초시설의 여부에 따라 목표등급을 설정할 필요가 있다.

탄천수질개선을 위한 종합계획 검토와 친수활동, 경관, 생태환경을 고려할 때 탄천의 목표등급은 '보통(III등급)' 수질정도로 BOD 5mg/L, SS 25 mg/L 이하로 설정하는 것을 고려하여야 한다.

현재 수질오염정도가 하류기준(BOD)으로 볼 경우 15.5mg/L~20.5mg/L 정도로 수질오염도가 비교적 높으나 하수처리장 방류수 수질기준의 강화 및 철저한 생활하수의 차단, 자연정화능력 강화, 하천직접정화방식 실시, 양질의 유량확보 등으로 목표수질의 상향을 추진해야 한다.

2. 관련제도 현황

1) 환경기준 및 수질기준 - ‘환경정책기본법’, ‘수질및수생태계보전에 관한법률’

하천의 관리 및 그 수질 기준에 대한 법률로는 ‘환경정책기본법’과 ‘수질및수생태계보전에관한법률’이 있다.

‘환경정책기본법’에서는 국민의 건강과 보호를 위해 환경기준을 설정하고 유지하도록 규정하고 있으며, ‘수질및수생태계보전에관한법률’은 ‘수질환경보전법’을 2007. 5. 17일 일부 개정한 것으로 수질 및 수생태계 현황, 오염원의 현황 등의 전망을 고려하여 수질 및 수생태계 목표기준을 결정하여 고시하도록 하고 있다.

‘환경정책기본법’의 주요 내용은 <표 2-21>과 같으며, 제10조 규정에 의한 환경기준은 ‘환경정책기본법 시행령’ 별표1에서 제시하고 있다. 그 중 수질 및 수생태계 하천 기준을 살펴보면 <표 2-22>와 같다.

<표 2-21> 환경정책기본법

조항	내 용
제10조	(환경기준의 설정) - 정부는 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 환경기준을 설정하여야 하며 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하여야 한다. * 환경정책기본법 시행령 제2조에 의해 별표1로 그 기준을 제시
제23조	(영향권별 환경관리) - 환경부장관은 환경오염의 상황을 파악하고 그 방지대책을 강구하기 위하여 대기오염의 영향권별지역 및 수질오염의 수계별지역 및 생태계권역 등에 대한 환경의 영향권별관리를 하여야 한다.<개정 1997.12.13, 2002.12.30> - 지방자치단체의 장은 관할구역의 대기오염·수질오염 또는 생태계의 효과적인 관리를 위하여 지역의 실정에 따라 환경의 영향권별 관리를 할 수 있다. <신설 2002.12.30>

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

<표 2-22> 환경정책기본법 시행령 별표1 (수질 및 수생태계 환경기준-하천)

구분	내용							
사람의 건강보호 기준	항목	기준값(mg/L)						
	카드뮴(Cd)	0.005 이하						
	비소(As)	0.05 이하						
	시안(CN)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.01)						
	수은(Hg)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.001)						
	유기인	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)						
	폴리크로리네이티드비페닐(PCB)	검출되어서는 안 됨(검출한계 0.0005)						
	납(Pb)	0.05 이하						
	6가크롬(Cr6+)	0.05 이하						
	음이온계면활성제(SBS)	0.5 이하						
	사염화탄소	0.004 이하						
	1,2-디클로로에탄	0.03 이하						
	테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04 이하						
	디클로로메탄	0.02 이하						
	벤젠	0.01 이하						
	클로로포름	0.08 이하						
	디에틸헥실프탈레이트(DEHP)	0.008 이하						
안티몬	0.02 이하							
생활환경 기준	등급	상태 (캐릭터)	기준					
			pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	대장균군(균수/100mL)	
							총대장균군	분원성대장균군
	매우 좋음	Ia 	6.5 ~8.5	1 이하	25 이하	7.5 이상	50 이하	10 이하
	좋음	Ib 	6.5 ~8.5	2 이하	25 이하	5.0 이상	500 이하	100 이하
약간 좋음	II 	6.5 ~8.5	3 이하	25 이하	5.0 이상	1,000 이하	200 이하	
보통	III 	6.5 ~8.5	5 이하	25 이하	5.0 이상	5,000 이하	1,000 이하	

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

<표 2-22> 환경정책기본법 시행령 별표1 (수질 및 수생태계 환경기준-하천)(계속)

구분		내용							
등급	상태 (캐릭터)	기준						대장균군(군수/100mL)	
		pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	총 대장균군	분원성 대장균군		
약간 나쁨	IV		6.0 ~8.5	8 이하	100 이하	2.0 이상	-	-	
나쁨	V		6.0 ~8.5	10 이하	쓰레기 등이 떠있지 아니할 것	2.0 이상	-	-	
매우 나쁨	VI		-	10 초과	-	2.0 미만	-	-	
생활 환경 기준		<p>비고</p> <p>1. 등급별 수질 및 수생태계 상태</p> <p>가. 매우 좋음 : 용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 여과·살균 등 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.</p> <p>나. 좋음 : 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.</p> <p>다. 약간 좋음 : 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있음.</p> <p>라. 보통 : 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.</p> <p>마. 약간 나쁨 : 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나, 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.</p> <p>바. 나쁨 : 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상생활에 불편감을 유발하지 아니하며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.</p> <p>사. 매우 나쁨 : 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.</p> <p>아. 용수는 당해 등급보다 낮은 등급의 용도로 사용할 수 있음.</p> <p>자. 수소이온농도(pH) 등 각 기준항목에 대한 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 그에 맞는 처리방법에 따라 용수를 처리하는 경우에는 당해 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.</p>							
수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표	생물 등급	생물지표종				서식지 및 생물 특성			
		저서(底棲)생물		어류					
매우 좋음 ~ 좋음		옆새우, 가재, 뿔하루살이, 민하루살이, 강도래, 물날도래, 광택날도래, 띠무늬우묵날도래, 비수염날도래		산천어, 금강모치, 열목어, 버들치 등 서식		- 물이 매우 맑으며, 유속은 빠른 편임. - 바닥은 주로 바위와 자갈로 구성됨. - 부착조류가 매우 적음.			

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

<표 2-22> 환경정책기본법 시행령 별표1 (수질 및 수생태계 환경기준-하천)(계속)

구분	내용			
	생물 등급	생물지표종		서식지 및 생물 특성
수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표	저서(底棲)생물		어류	
	좋음 ~ 보통	다슬기, 넓적거머리, 강하루살이, 동양하루살이, 등줄하루살이, 등딱지하루살이, 물삿갓벌레, 큰줄날도래	쉬리, 갈겨니, 은어, 쓰가리 등 서식	- 물이 맑으며, 유속은 약간 빠르거나 보통임. - 바닥은 주로 자갈과 모래로 구성됨. - 부착조류가 약간 있음.
	보통 ~ 약간 나쁨	물달팽이, 턱거머리, 물벌레, 밀잠자리	피라미, 끄리, 모래무지, 참붕어 등 서식	- 물이 약간 혼탁하며, 유속은 약간 느린 편임. - 바닥은 주로 잔자갈과 모래로 구성됨. - 부착조류가 녹색을 띠며 많음.
	약간 나쁨 ~ 매우 나쁨	원돌이물달팽이, 실지렁이, 붉은깔다구, 나방파리, 꽃등에	붕어, 잉어, 미꾸라지, 메기 등 서식	- 물이 매우 혼탁하며, 유속은 느린 편임. - 바닥은 주로 모래와 실트로 구성되며, 대체로 검은색을 띰. - 부착조류가 갈색 혹은 회색을 띠며 매우 많음.

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

‘수질및수생태계보전에관한법률’의 주요 내용은 <표 2-23>과 같다.

<표 2-23> 수질및수생태계보전에관한법률

조항	내용
제1조	(목적) 이 법은 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 피해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전함으로써 국민으로 하여금 그 혜택을 널리 향유할 수 있도록 함과 동시에 미래의 세대에게 승계될 수 있도록 함을 목적으로 한다. <개정 2007.5.17>
제10조	(수질 및 수생태계 목표기준 결정 및 평가) ① 환경부장관은 하천·호소등의 이용목적, 수질 및 수생태계 현황, 오염원의 현황 및 전망 등을 고려하여 제22조에 따른 수계영향권별 및 제28조에 따른 조사·측정 대상이 되는 호소별 수질 및 수생태계 목표기준(이하 "목표기준"이라 한다)을 결정하여 고시하여야 한다. [본조신설 2007.5.17]

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

2) 하천 정비 및 관리 - '하천법'

하천 정비 및 관리를 위해 '하천법'에서는 그 관리 및 정비계획을 수립하도록 규정하고 있으며, 이와 더불어 그 계획 수립에 필요한 유역조사를 실시하도록 하고 있다. 그 내용을 살펴보면 <표 2-24>와 같다.

<표 2-24> 하천법

조항	내 용
제1조	(목적) - 이 법은 하천의 유수로 인한 피해를 예방하고 하천사용의 이익증진과 하천의 자연친화적인 정비·보전을 위하여 하천의 지정·관리·사용 및 보전 등에 관한 사항을 규정함으로써 하천을 적정하게 관리하고 공공복리의 증진에 기여함을 목적으로 한다. <개정 2005.7.13>
제11조	(하천유역종합치수계획의 수립) - 건설교통부장관은 하천유역의 홍수예방과 홍수발생시 피해를 최소화하기 위하여 필요한 사항 등을 내용으로 하는 10년 단위의 하천유역종합치수계획을 수립하여야 한다.
제17조	(하천정비기본계획) - 관리청은 그가 관리하는 하천에 대하여 하천정비에 관한 기본계획을 수립하여야 한다. - 하천정비기본계획은 수해발생의 상황, 수자원 개발·이용의 현황 및 하천환경 등을 고려하여 수계별로 수립하여야 한다.
제18조	(유역조사의 실시) - 건설교통부장관은 하천관리와 국가개발계획의 수립 등 필요한 유역조사를 하여야 한다.

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

3) 생태계 보전 - '자연환경보전법'

하천 유역 내에서 발생할 수 있는 자연환경의 인위적 훼손으로부터의 보호와 유역의 생태계 보호를 위해 '자연환경보전법'에서는 생태계 보전지역의 지정, 행위제한 자연환경보전 시설의 설치 등에 대하여 규정하고 있다. 그 내용을 살펴보면 <표 2-25>와 같다.

<표 2-25> 자연환경보전법

조항	내 용
제1조	(목적) - 이 법은 자연환경을 인위적 훼손으로부터 보호하고, 다양한 생태계를 보전하며, 야생동·식물의 멸종을 방지하는 등 자연환경을 체계적으로 보전·관리함으로써 국민이 쾌적한 자연환경에서 여유있고 건강한 생활을 할 수 있도록 함을 목적으로 한다.
제18조	(생태계보전지역 지정) - 생태계보전지역은 생태·자연도에 의하여 1등급 권역으로 분류된 지역으로 생태계를 특별히 보전할 필요가 있는 지역 중에서 당해지역 주민과 지방자치단체의 장 및 이해관계자의 의견을 수렴하여 정한다.
제20조	(생태계보전지역등에서의 행위제한) - 포획·채취·이식·훼손하거나 고사시키는 행위 - 포획 및 고사를 위해 화약류 및 울무 그물·함정 설치와 유독물·농약 등을 살포·주입하는 행위 - 건축물 기타 공작물의 신축·증축 및 토지의 형질변경 - 하천·호소 등의 구조 변경이나 수위 또는 수량에 증감을 가져오는 행위 - 토석의 채취 - 기타 자연환경보전에 유해하다고 인정되는 행위로서 대통령령이 정하는 행위
제42조	(자연환경 보전·이용시설의 설치) - 관계중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 자연환경보전 및 자연의 건전한 이용을 위하여 시설을 설치할 수 있다. - 관계중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 제1항의 규정에 의하여 자연환경보전·이용시설을 설치·운영하고자 하는 경우에는 환경부령이 정하는 바에 의하여 설치에 관한 계획을 수립하고 이를 고시하여야 한다.

*자료 : 법제처 (<http://www.moleg.go.kr>)

4) 자연형 하천 관리 지침

환경부, 건설교통부, 행정자치부는 각기 하천을 자연친화적으로 관리하기 위해 각각 ‘자연형하천정화사업추진지침’, ‘자연친화적하천관리지침’, ‘자연형 하천정비기법’ 지침을 내놓고 있다.

이러한 지침들은 대체로 하천이 지닌 여러 특성(이·치수 기능, 수질정화·친수·생태 기능, 유역의 토지이용 등)에 대한 철저한 사전 조사와 평가를 토대로 종합계획을 세우고, 하천 특성에 가장 잘 맞는 방법을 사용하며, 전문가와 여러 이해당사자를 포함한 꾸준한 모니터링과 사후 관리 방안을 함께 마련할 것을 제안하고 있다.

자연형 하천 정화사업은 조사, 계획, 설계, 시공, 유지관리, 점검, 평가 등 각 단계별로 체계적으로 추진하도록 하고 있으며, 도시하천의 경우 자연형 하천 정화사업의 방향을 <표 2-26>과 같이 제시하고 있다.

<표 2-26> 도시 관류 하천의 특성과 자연형 하천 정화사업 방향

하천 의 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 생활하수에 의한 오염부하가 큼 - 불투수층의 증대로 하천 고유유량은 감소한 반면 생활하수 유입으로 오염이 심화됨 - 강우 직후에 수질이 가장 좋고, 갈수기의 수질이 가장 나쁨 - 하수도정비상황에 따라 수질이 크게 좌우됨 - 초기우수에 의한 관거내 퇴적물과 지표면에 축적된 오염물질 유입으로 오염이 심화됨 - 단순한 저급생태계
사업 추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> - 인구밀집지역 및 시설이용구간의 수질개선을 목표로 함 - 생활하수 유입의 차단이나 오·우수 분리시설의 설치를 우선적으로 고려함 - 초기우수에 의한 오염물 제어방안을 강구함 - 하천단면의 단순화로 인하여 훼손된 생태계 복원방안을 강구함 - 자연형 하천공법을 적극 도입함 - 정화용수도입 등 생태적 측면에서의 하천저류량 회복방안을 강구함 - 하수도정비가 어려운 취약지구에서는 오수배수로 및 간이처리시설 설치방안을 강구함

*자료 : 성복천 복원사업의 효과평가 연구, 2004, 서울시정개발연구원

건설교통부는 각 기관에서 다양하게 추진되고 있는 하천환경정비 관련 사업에 대한 통합지침으로 향후 중앙행정기관 및 지방자치단체 등에서 하천환경과 관련된 계획수립 및 사업추진 시 활용토록 하기 위해 '자연친화

적 하천관리지침'을 수립하여 배포하였다.

‘자연친화적하천관리지침’은 하천과 주변 지역의 자연생태계를 보전하고 자연생태공간인 하천 주변 내에 다양한 생물서식공간을 확보하여, 친수 기능을 보여하여 국민 삶의 질을 향상시키고, 지역사회와 연계된 하천관리를 수행하는 것을 목적으로 삼고 있다.

제Ⅲ장 탄천 수질오염 부하량

제1절 발생 및 배출부하량 산정

제2절 유달 부하량 산정

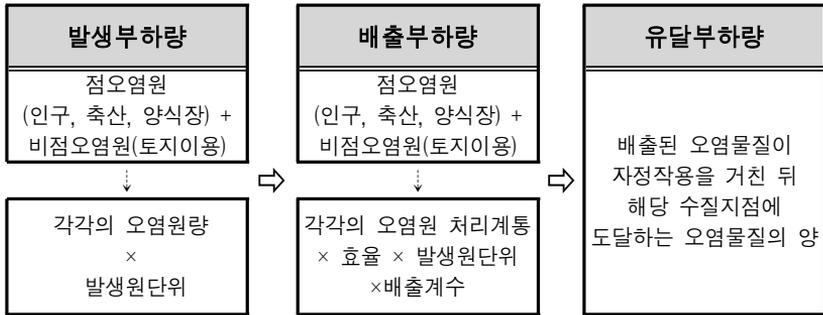
제1절 발생 및 배출 부하량 산정

1. 개요

탄천 유역내 점오염원은 인구에 의한 생활계 오염원과 가축사육에 의한 축산계 오염원 및 공장 등 산업시설에서 유출되는 산업계 오염원으로 구분할 수 있다. 또한 비점오염원으로는 대지, 임야, 전, 답, 기타 토지이용에 따라 발생하는 오염원이 있다.

각각의 오염원에 따라 오염물질이 다양하고 복합적이어서 오염발생량을 정량적으로 해석하는 것이 쉽지는 않다. 오염부하량을 산술적으로 산정하기 위해 각 오염물질을 양으로 표현이 가능한 원단위를 적용하는 것이 일반적으로 사용되므로 각 오염원에 대해 부하량 원단위를 적용하여 부하량을 산정하였다.

수질오염 부하량 평가는 「오염총량관리계획수립지침」(환경부고시 제1999-143호)을 참조하여 산정하였다. 탄천유역 내에서 각각의 발생부하량과 오염부하량 및 유달부하량은 <그림 3-1>과 같이 구할 수 있다.



<그림 3-1> 수질오염 부하량 산정

2. 발생부하량

1) BOD

탄천유역에 유입되는 BOD 발생부하량은 오염원별로 원단위를 적용하여 산정한 결과 전체 112,426.2kg/일로 산정되었다.

그 중 생활계 오염원 BOD 발생부하량이 98,227.8kg/일로 전체 부하량 중 가장 큰 부분(87.4%)을 차지하는 것으로 나타났다. 그 다음으로는 토지이용에 의한 BOD 발생부하량이 7,680.1kg/일(6.8%)로 나타났으며, 양식계 BOD 발생부하량은 133.2kg/일(0.1%)로 나타났다.

각 오염원별 BOD 발생부하량을 살펴보면 <표 3-1>, <그림 3-2>와 같다.

<표 3-1> 오염원별 BOD 발생부하량

(단위 : kg/일)

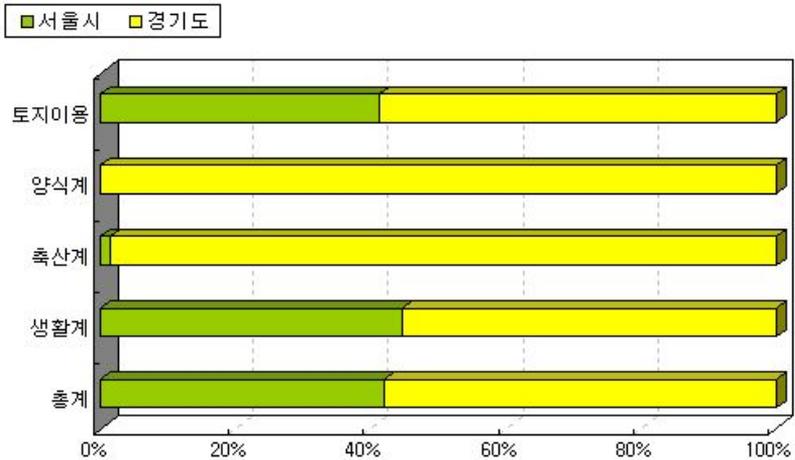
행정구역		생활계	축산계	양식계	토지이용	
총 계	112,426.2	98,227.8	6,385.2	133.2	7,680.1	
서울시	소계	42,229.5	43,972.0	92.8	-	3,164.8
	강남구	18,529.0	17,209.3	-	-	1,319.8
	서초구	11,888.1	10,871.7	92.8	-	923.6
	송파구	16,812.4	15,891.0	-	-	921.4
경기도	소계	65,196.7	54,255.8	6,292.4	133.2	4,515.3
	과천시	4,247.1	3,162.7	521.5	81.4	481.5
	성남시	51,456.2	48,104.0	122.5	-	3,229.7
	용인시	9,158.6	2,725.3	5,620.9	46.4	766.0
	하남시	334.8	263.8	27.5	5.4	38.1

* 자료 : 1. 통계연보(2005),
2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-2> 각 오염원별 BOD 발생부하량

서울시와 경기도의 각 오염원별 BOD 발생부하량의 기여도를 살펴보면 <그림 3-3>과 같다. 전체 부하량을 살펴보면 서울시보다 경기도가 다소 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났으며, 특히 양식계와 축산계의 경우 대부분 경기도에서 발생하는 것으로 나타났다. 그 외 생활계와 토지이용에 있어서는 경기도가 약간 높게 발생하는 것으로 나타났다.



<그림 3-3> 행정구역별 BOD 발생부하량(kg/일)

2) T-N

탄천유역에 유입되는 T-N 발생부하량은 오염원별로 원단위를 적용하여 산정한 결과 전체 24,096.4kg/일로 산정되었다. 그 중 생활계 오염원 T-N 발생부하량이 20,667.3kg/일로 전체 부하량 중 가장 큰 부분(86.1%)을 차지하는 것으로 나타났다.

그 외에 토지이용에 의한 발생부하량이 1,716.1kg/일(7.2%), 축산계에 의한 발생부하량이 1,586.7kg/일(8.6%)로 나타났다. 한편, 양식계 T-N 발생부하량은 26.1kg/일(0.1%)로 아주 작은 부분을 차지하는 것으로 나타났다.

각 오염원별 T-N 발생부하량을 살펴보면 <표 3-2>, <그림 3-4>와 같다.

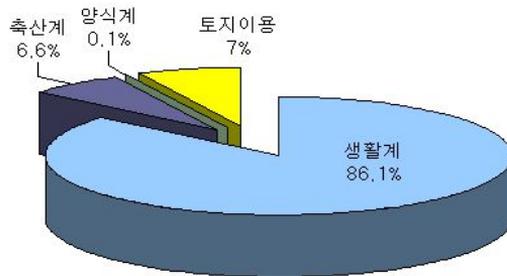
<표 3-2> 오염원별 T-N 발생부하량

(단위 : kg/일)

행정구역		생활계	축산계	양식계	토지이용	
총 계	24,096.4	20,667.3	1,586.7	26.1	1,716.1	
서울시	소계	9,840.5	9,234.1	27.0	-	579.3
	강남구	3,846.0	3,613.9	-	-	232.0
	서초구	2,498.2	2,283.1	27.0	-	188.1
	송파구	3,496.3	3,337.1	-	-	159.2
경기도	소계	14,255.9	1,433.2	1,559.7	26.1	1,136.8
	과천시	989.6	672.6	146.2	15.8	154.9
	성남시	10,927.6	10,104.2	36.2	-	787.2
	용인시	2,259.6	600.4	1,370.4	9.3	179.5
하남시	79.1	56.0	6.9	1.0	15.2	

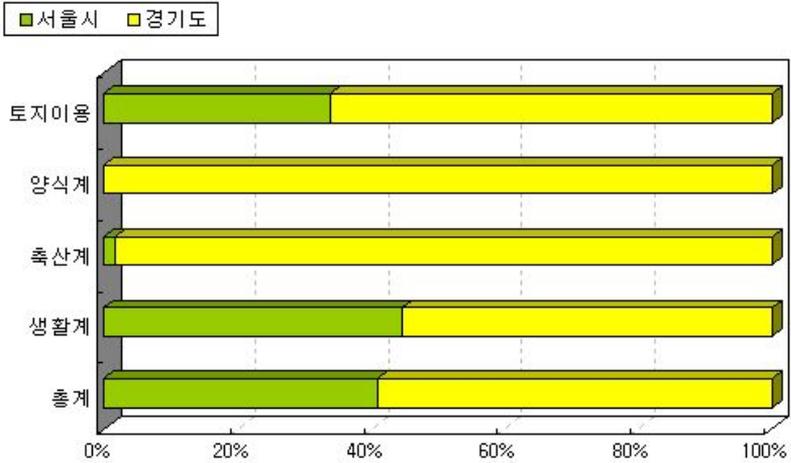
* 자료 : 1. 통계연보(2005),

2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-4> 각 오염원별 T-N 발생부하량

서울시와 경기도의 각 오염원별 T-N 발생부하량 기여도를 살펴보면 <그림 3-5>와 같다. 전체 부하량은 BOD와 유사하게 서울시보다 경기도가 다소 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 특히 양식계와 축산계의 경우 대부분 경기도에서 발생하는 것으로 나타났다. 그 외 생활계과 토지이용에 있어서도 경기도가 서울시보다 약간 높게 발생하는 것으로 나타났다.



<그림 3-5> 행정구역별 T-N 발생부하량(kg/일)

3) T-P

탄천유역에 유입되는 T-P 발생부하량은 오염원별로 각각 원단위를 적용하여 산정한 결과 전체 3,214.9kg/일이며, 그 중 생활계 오염원 발생부하량이 2,373.3kg/일로 전체 부하량 중 가장 큰 부분(73.8%)을 차지하는 것으로 나타났다.

그 외에 축산계에 의한 발생부하량이 613.8kg/일(19.1%), 토지이용에 의한 발생부하량이 220.3kg/일(6.9%)로 나타났다. 한편, 양식계 T-P 발생부하량은 7.2kg/일(0.2%)로 아주 작은 부분을 차지하는 것으로 나타났다.

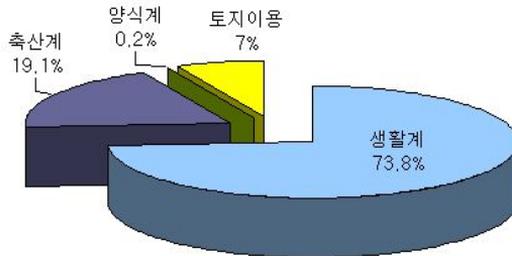
각 오염원별 T-P 발생부하량을 살펴보면 <표 3-3>, <그림 3-6>과 같다.

<표 3-3> 오염원별 T-P 발생부하량

(단위 : kg/일)

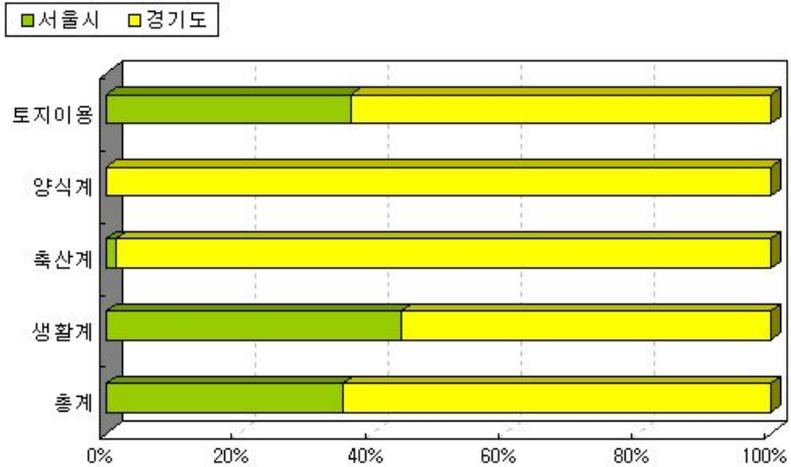
행정구역		생활계	축산계	양식계	토지이용	
총 계	3,214.9	2,373.3	613.8	7.2	220.3	
서울시	소계	1,146.2	1,055.3	9.4	-	81.3
	강남구	446.5	413.0	-	-	33.4
	서초구	295.1	260.9	9.4	-	24.7
	송파구	404.6	381.4	-	-	23.2
경기도	소계	2,068.7	1,318.0	604.4	7.2	139.0
	과천시	152.7	86.4	46.1	4.4	15.8
	성남시	1,262.1	1,157.4	11.0	-	93.7
	용인시	642.7	67.2	545.0	2.5	28.0
	하남시	11.2	7.0	2.3	0.3	1.5

* 자료 : 1. 통계연보(2005),
2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-6> 각 오염원별 T-P 발생부하량

서울시와 경기도의 각 오염원별 T-P 발생부하량의 기여도를 살펴보면 <그림 3-7>과 같다. 전체 부하량을 살펴보면 T-P 발생부하량 역시 경기도가 서울에 비해 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.



<그림 3-7> 행정구역별 T-P 발생부하량(kg/일)

3. 배출부하량

배출부하량 산정을 보면 서울시의 생활하수는 전 지역이 차집되어 하수처리장에 의해 처리되므로 탄천으로 유입되는 배출오염부하량은 없는 것으로 나타났다. 반면 경기도의 경우는 미차집지역의 발생부하량이 탄천유역으로 유입되는 것으로 나타났다.

BOD, T-N, T-P의 오염원별 배출부하량을 살펴보면 다음과 같다.

1) BOD

탄천에 유입되는 오염원별 BOD 배출부하량은 전체 29,296.0kg/일이며, 하수처리장에 의한 배출부하가 14,674.5kg/일로 전체의 76.0%를 차지하여 가장 많은 비율로 나타났다<그림 3-8>.

생활계의 경우 서울시에서는 모두 차집 처리되고 있고, 전체 배출부하

량의 10.3%를 차지하는 1,985.4kg/일 모두 경기도에서 발생하는 것으로 나타났다. 그 외에 토지이용에 의한 배출부하량이 1,920.0kg/일(10.0%), 축산계 배출부하량이 582.9kg/일(3.0%), 양식계 배출부하량이 133.29kg/일(0.7%)로 나타났다<표 3-4>.

<표 3-4> 오염원별 BOD 배출부하량

(단위 : kg/일)

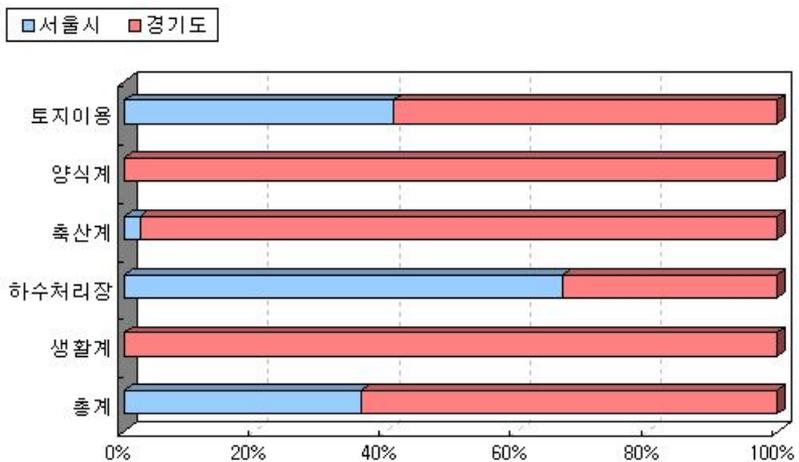
행정구역		생활계	하수처리장	축산계	양식계	토지이용
총 계	29,295.9	1,985.4	14,674.4	582.9	133.2	1,920.0
서울시	소계	10,646.4	-	9,841.0	14.2	-
	강남구	10,170.9	-	9,841.0	-	-
	서초구	245.1	-	-	14.2	-
	송파구	230.4	-	-	-	-
경기도	소계	18,649.5	1,985.4	4,833.4	568.7	133.2
	과천시	631.2	121.7	265.1	42.7	81.4
	성남시	6,610.1	1,158.8	4,568.3	75.6	-
	용인시	1,1334.8	654.9	-	442.0	46.4
	하남시	73.4	50.0	-	8.4	5.4

* 자료 : 1. 통계연보(2005),
2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-8> 각 오염원별 BOD 배출부하량

BOD 배출부하량의 기여도를 행정구역별로 살펴보면, 경기도가 서울시보다 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 이것은 생활계 및 양식계, 축산계의 경우 경기도에서 대부분 배출되는 것이기 때문이다<그림 3-9>. 반면 하수처리장에 의한 BOD 배출부하량을 살펴보면 경기도보다 서울시가 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.



<그림 3-9> 행정구역별 BOD 배출부하량(kg/일)

2) T-N

탄천에 유입되는 오염원별 T-N 배출부하량을 살펴보면 전체 26,636.1 kg/일이며, 하수처리장에 의한 배출부하가 전체의 94.4%를 차지하는 25,143.2kg/일로 나타났다. 각각의 오염원별 T-N 배출부하량을 살펴보면 <표 3-5>와 같으며, 오염원별 T-N 배출부하량 비율을 살펴보면 <그림 3-10>과 같다.

<표 3-5> 오염원별 T-N 배출부하량

(단위 : kg/일)

행정구역		생활계	하수처리장	축산계	양식계	토지이용	
총 계	26,636.1	714.8	25,143.2	298.0	26.1	454.0	
서울시	소계	16,826.1	-	16,675.1	6.2	-	144.8
	강남구	16,733.1	-	16,675.1	-	-	58.0
	서초구	53.2	-	-	6.2	-	47.0
	송파구	39.8	-	-	-	-	39.8
경기도	소계	9,810.0	714.8	8,468.1	291.8	26.1	309.2
	과천시	572.1	15.9	451.3	50.4	15.8	38.7
	성남시	8,495.3	270.8	8,016.8	10.9	-	196.8
	용인시	722.9	414.9	-	228.8	9.3	69.9
	하남시	19.7	13.2	-	1.7	1.0	3.8

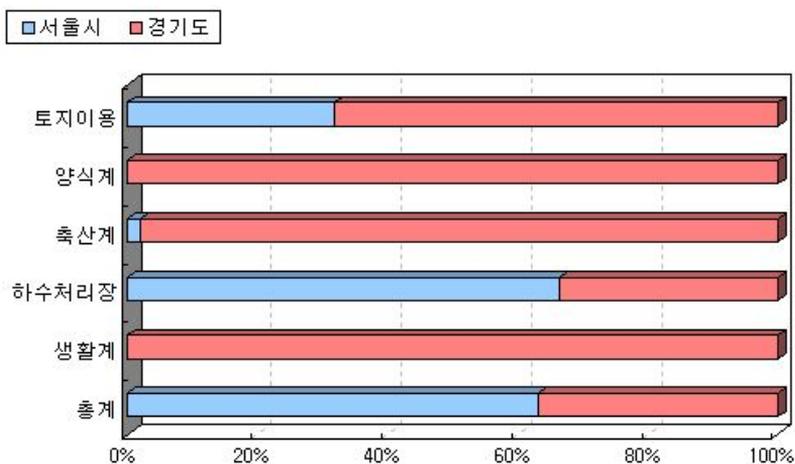
* 자료 : 1. 통계연보(2005),
2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-10> 각 오염원별 T-N 배출부하량

T-N 배출부하량의 기여도를 행정구역별로 살펴보면 서울시가 경기도보다 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 이것은 하수처리장을 제외한 생활계, 축산계, 양식계, 토지이용 모두에서 경기도가 서울시보다 높은 비율을 배출하나 하수처리장 T-N 배출부하량이 전체의 대부분을 차지하고 있어, 전체적으로 서울시가 경기도보다 높은 기여를 하기 때문이다.

각각의 오염원별 T-N 배출부하량의 기여도를 살펴보면 <그림 3-11>과 같다.



<그림 3-11> 행정구역별 T-N 배출부하량(kg/일)

3) T-P

탄천에 유입되는 오염원별 T-P 배출부하량을 살펴보면 전체 1,712.4kg/일 중 대부분이 하수처리장에 의한 배출부하로 전체의 86.6%(1,482.8kg/일)로 가장 높은 비율을 차지하고 있다.

그 외 오염원별 배출부하량을 살펴보면, 생활계와 축산계 모두 각각 83.6kg/일(4.9%)로 나타났으며, 양식계 7.2kg/일(0.4%), 토지이용 55.2(3.2%)로 나타났다.

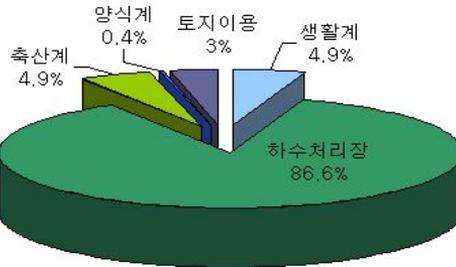
오염원별 T-P 배출부하량을 살펴보면 <표 3-6>과 같으며, 오염원별 부하량 비율을 살펴보면 <그림 3-12>와 같다.

<표 3-6> 오염원별 T-P 배출부하량

(단위 : kg/일)

행정구역		생활계	하수처리장	축산계	양식계	토지이용
총 계	1,712.4	83.6	1,482.8	83.6	7.2	55.2
서울시	소계	841.8	-	820.1	1.3	20.4
	강남구	828.5	-	820.1	-	8.4
	서초구	7.5	-	-	1.3	6.2
	송파구	5.8	-	-	-	5.8
경기도	소계	870.6	83.6	662.7	82.3	34.8
	과천시	51.7	2.5	35.7	5.1	4.0
	성남시	683.4	31.7	627.0	1.3	23.4
	용인시	133.0	47.9	-	75.7	7.0
	하남시	2.5	1.5	-	0.2	0.4

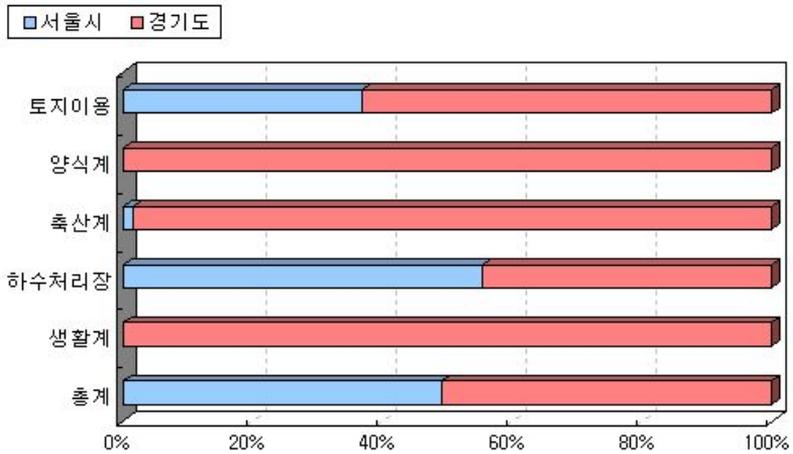
* 자료 : 1. 통계연보(2005),
2. 2003 오염원조사보고서, 2006, 환경부 (축산계, 양식계)



<그림 3-12> 각 오염원별 T-P 배출부하량

T-P 배출부하량의 기여도를 행정구역별로 살펴보면, 서울시와 경기도가 비슷한 비율을 차지하는 것으로 나타났다. T-P 배출부하량 중 가장 많은 부분을 차지했던 하수처리장의 경우 서울시가 약간 높은 것으로 나타났으나 그 외 생활계, 축산계, 양식계, 토지이용의 경우에는 모두 경기도보다 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.

각각의 오염원별 T-P 배출부하량의 기여도를 살펴보면 <그림 3-13>과 같다.



<그림 3-13> 행정구역별 T-P 배출부하량(kg/일)

제2절 유달부하량 산정

1. 개요

유달부하량 산정을 위한 유황분석은 <표 3-7>과 같이 ‘탄천하천정비기본계획’을 이용하여 탄천 하구지점 평수량(Q_{185})을 기준으로 산정하였다. BOD, T-N, T-P 농도는 2006년 환경부 측정망 자료상의 탄천 하류 구간 2개 지점의 평균치를 적용하였다.

<표 3-7> 탄천 유달오염부하량 산정을 위한 자료

구 분	유량 (m ³ /sec)	농도(mg/L)		
		BOD	T-N	T-P
탄천 하류	3.18	22.4	18,454	1,148

- * 1. 유황분석 : 탄천하천정비기본계획 2000. 12, 서울특별시
 2. 농도 : 환경부 측정망 자료(2006년)

2. 유달 부하량

유달오염 부하량 산정 결과는 <표 3-8>과 같이 BOD 6,154.4kg/일, T-N 5,070.2kg/일, T-P 315.5kg/일로 나타났다.

앞에서 계산한 배출부하량과 탄천 유역의 유달 부하량을 비교하여 유달율을 산정해보면 BOD는 21.0%, T-N은 19.0%, T-P는 18.4%로 나타났다.

<표 3-8> 탄천 유달 부하량, 부하율 산정

구 분	배출부하량(kg/일)			유달부하량(kg/일)			유달율(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
탄천 하류	29,296.0	26,636.1	1,712.4	6,154.4	5,070.2	315.5	21.0	19.0	18.4

제Ⅳ장 탄천 수질 오염도 분석

제1절 탄천의 과거 수질 현황

제2절 2007년 탄천 수질조사

제1절 탄천의 과거 수질 현황

하천 수질은 자연환경과 생활환경 및 사회 경제 환경에 따라 변화하게 되는데, 최근 몇 년간 하천유역의 사회경제적 여건은 크게 좋아지고 있다. 하천의 수질관리 중요성이 부각됨에 따라 많은 도시 하천들의 수질은 점차 양호하게 개선되고 있다.

그러나 탄천 하류의 경우에는 수질이 개선되기 보다는 오히려 악화되는 추세를 보이고 있다. 공식적인 자료로 인정되는 환경부 측정망 자료와 강남구에서 조사한 자료를 바탕으로 탄천 수질의 현황을 살펴보았다.

1. 환경부 측정망 자료

환경부의 탄천 수질 측정망은 경기도 용인시 1개 지점, 경기도 성남시 2개 지점, 서울시 2개 지점으로 총 5개 조사지점이 있다. 경기도 용인시 죽전교 지점이 최상류 지점이며, 경기도와 서울시 경계로 서울시 강남구 대곡교 지점이 있으며, 탄천 최 하류 지점은 서울시 강남구 삼성교 지점이다. 각 측정망별 위치와 지점은 <그림 4-1>과 같다.



<그림 4-1> 환경부 탄천 수질측정망

*자료 : 환경부 (www.me.go.kr)

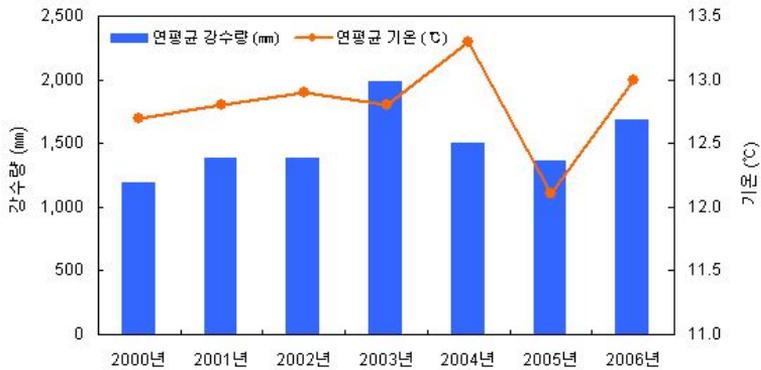
탄천 수질의 과거 변화추세는 최근 7년간(2000년~2006년)의 자료를 바탕으로 살펴보았다. 우리나라 하천의 경우 강우량에 따라 수질의 변화가 커서 조사기간 중의 기상현황도 더불어 조사하였는데, 탄천 유역의 연도별 기상현황은 <표 4-1>, <그림 4-2>와 같다.

연도별 강수량은 2003년과 2006년에 비교적 많은 강수량을 기록하였으며 최고 강수량 1,990mm(2003년)과 최저 강수량 1,187mm(2000년)은 약 2배의 차이를 보였다. 연평균 기온의 경우에는 연도별로 평균 12~13℃ 사이의 기온을 보였다.

<표 4-1> 연도별 서울지역 기상 현황

구 분	연평균 기온 (℃)	연평균강수량 (mm)	구 분	연평균 기온 (℃)	연평균강수량 (mm)
2000년	12.7	1,187	2004년	13.3	1,499
2001년	12.8	1,386	2005년	12.1	1,358
2002년	12.9	1,388	2006년	13.0	1,682
2003년	12.8	1,990	계	-	11,690

* 자료 : 기상청 (<http://www.kma.go.kr>)

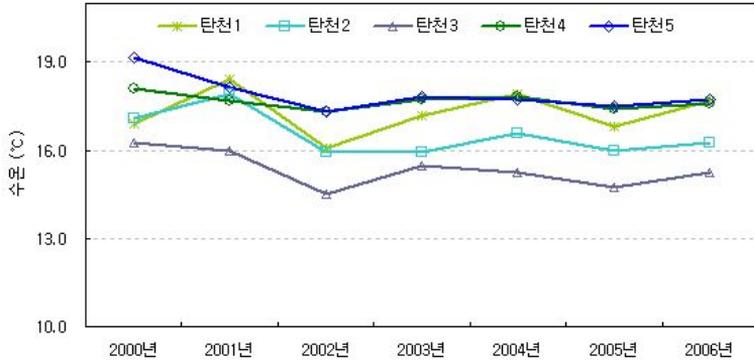


<그림 4-2> 연도별 서울지역 기상 현황

*자료 : 기상청 (<http://www.kma.go.kr>)

1) 수온

탄천의 수온은 14.5℃~19.2℃의 범위를 보이며, 측정지점별 7년간 평균 수온은 15.4℃~17.9℃로 나타났다<그림 4-3>. 연도별로는 2002년에 수온이 낮게 나타나고 있으며, 탄천 구간별로는 경기도 성남시 여수대교 지점인 탄천3 지점이 다른 구간과 비교하여 상대적으로 낮은 수온을 보였다. 전체적으로는 상류보다 하류구간인 서울시 구간에서 수온이 높은 것으로 나타났다.

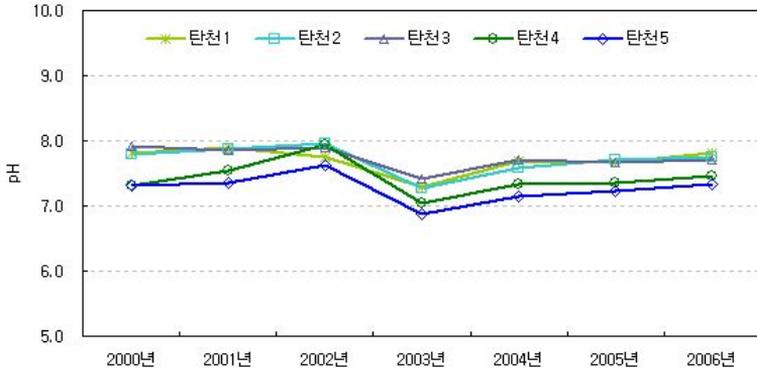


<그림 4-3> 탄천의 연도별 수온 현황

2) pH

pH는 인위적 오염원에 의해 크게 변화하게 되는데, 하천의 경우 조류 발생이 왕성해지면 용존 CO_2 가 감소하여 pH가 증가하게 된다.

탄천의 pH는 6.9~8.0의 범위로 수질 및 수생태계 환경기준인 6.5~8.5 이내의 ‘매우좋음~보통’ 범위에 포함된다<그림 4-4>. 연도별 변화는 2003년이 상대적으로 낮은 값을 보였으나 현저한 차이는 없는 것으로 나타났다. 탄천 구간별로는 상류보다 하류구간인 서울시 구간에서 pH가 낮은 값을 보였다.

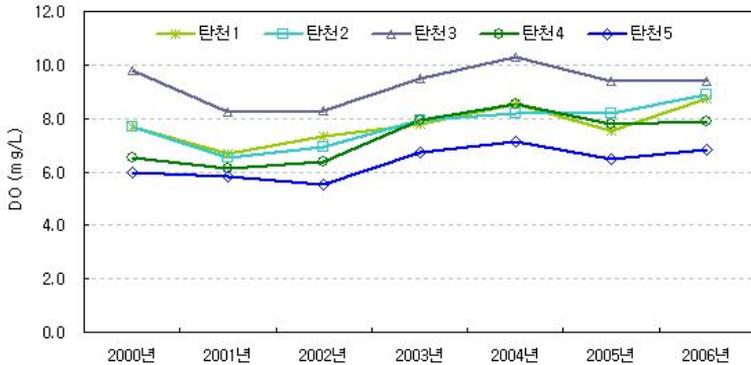


<그림 4-4> 탄천의 연도별 pH 현황

3) DO

탄천의 연도별 DO 현황을 살펴보면 2001년과 2002년에 5.5~8.3mg/L의 범위를 보였으나 2003년 6.7~9.5mg/L, 2004년 7.1~10.3mg/L로 조금씩 증가하다 2005년 이후 6.5~9.4mg/L, 2006년 6.8~9.4mg/L로 다시 감소하는 경향을 보였다<그림 4-5>.

구간별로는 성남시 여수대교 지점인 탄천3 지점이 조사기간인 7개년 동안 높은 DO값을 보였으며, 한강합류 지점인 탄천5(서울시 강남구 삼성교 지점)지점이 모든 구간 중에서 가장 낮은 DO 값을 보이는 것으로 나타나 탄천5 지점의 수질이 상대적으로 나쁜 것을 알 수 있다.



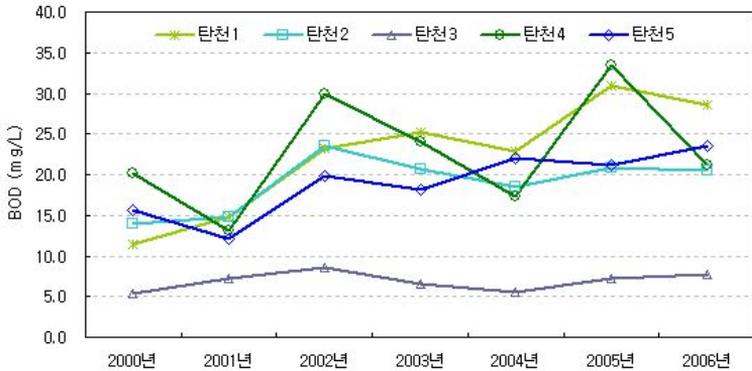
<그림 4-5> 탄천의 연도별 DO 현황

4) BOD

탄천의 연도별 BOD 변화를 살펴보면, 2001년에는 7.2~14.9mg/L로 2000년에 비해 약간 감소하는 것으로 나타났으나 2002년 이후에는 탄천3지점을 제외한 전 구간에서 평균 20mg/L을 상회하는 값을 나타내서 탄천의 수질오염이 심각한 것을 알 수 있다<그림 4-6>.

탄천 상류(BOD 22.4mg/L)에서는 하수도시설의 미완비로 오염이 심각하게 나타났으나, 하류로 흘러가면서 자정작용에 의해 수질이 약간 개선되어 탄천3지점(성남시 여수대교)에서는 BOD 6.9mg/L로 크게 개선되었다. 그러나 이후 서울시 구간에서 다시 BOD가 크게 증가하였다.

수질 및 수생태계 환경기준을 적용해보면 탄천3 지점은 ‘약간 나쁨’, 그 외 지점은 ‘매우 나쁨’으로 나타났다.

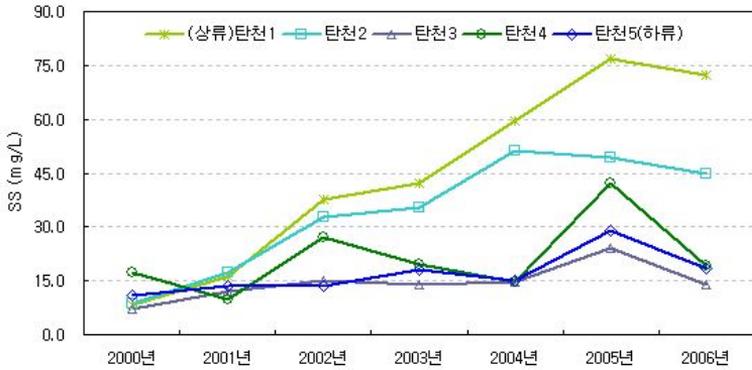


<그림 4-6> 탄천의 연도별 BOD 현황

5) SS

SS는 2005년과 2006년에 탄천 상류인 용인시 탄천1(죽전교), 탄천2(성남시 구미교) 지점에서 44.6~76.7mg/L로 매우 높게 나타나고 있다. 이러한 현상은 상류 구간의 대규모 아파트 개발사업의 영향에 의한 것으로 보인다.

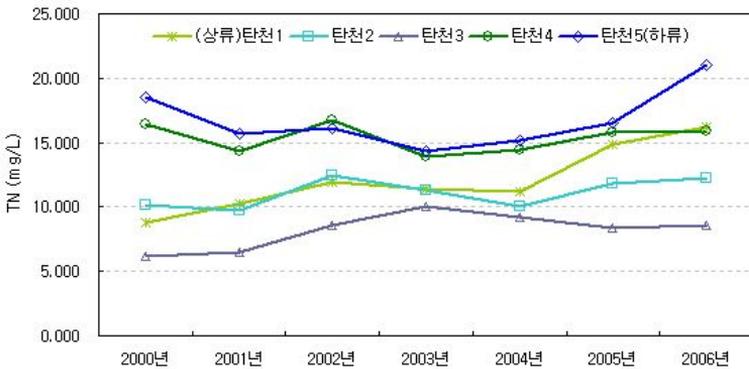
SS도 탄천3(여수교 지점) 지점에서 크게 개선되었다가 서울시계 구간으로 들어오면서 하수처리장 방류수 등의 영향으로 다시 악화되고 있음을 보이고 있다<그림 4-7>.



<그림 4-7> 탄천의 연도별 SS 현황

6) T-N

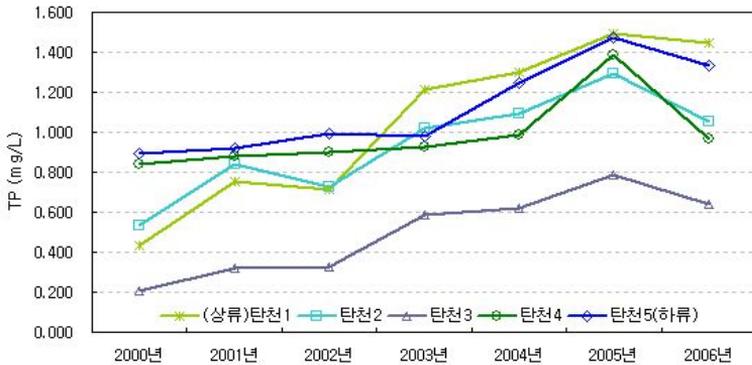
2000년 이후 T-N의 경우 탄천 전체 구간에서 10.0mg/L~20.0mg/L로 나타나 전체적으로 오염되었음을 알 수 있다. 그리고 BOD, DO와 같이 탄천 3 지점(8.2mg/L)에서 약간 개선되고 있으며, 한강 합류부인 탄천5 지점에서는 다시 악화되는 현상을 보이고 있다<그림 4-8>.



<그림 4-8> 탄천의 연도별 T-N 현황

7) T-P

T-P는 전 구간에서 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 최근에는 전체 구간에 1.0mg/L 이상을 보이고 있어, 부영양화 물질이 심각한 상태를 알 수 있다. 또한 T-P의 경우도 탄천3지점에서 약간 감소하였다가 하류에서 다시 증가하는 탄천의 상태를 반영하고 있다<그림 4-9>.



<그림 4-9> 탄천의 연도별 T-P 현황

2. 강남구의 탄천 수질조사 자료

강남구는 최근 탄천의 수질오염도를 조사하여 수질개선에 참고자료로 이용하고 있다. 수질오염도 조사는 2004년~2006년 3년 동안 계절별로 측정하였으며, 조사지점은 탄천 상류의 죽전교에서 탄천 하류의 한강 합류부까지 총 18개 지점이다. 각 지점은 탄천 분류 13개(서울 4개, 경기도 9개)와 탄천 유역내 지류 5개(경기도 5개)를 포함하고 있다. 이 조사는 측정지점이 환경부 측정망 조사지점보다 많아 탄천의 구간별 수질 오염도를 세밀하게 분석하는데 유용하다. 조사지점은 <그림 4-10>과 같다.



<그림 4-10> 강남구 조사의 탄천수질 측정지점

1) BOD

탄천의 계절별 BOD는 갈수기인 봄철(3월)과 겨울철(12월)에 여름철보다 높은 농도를 보였다. 봄철(3월)의 경우 6.2~28.9mg/L의 범위를 보였으며, 가장 양호한 수질을 나타내는 9월(1.9~9.6mg/L)과 비교하여 3배 이상의 차이를 나타냈다<표 4-2>. 즉 겨울에서 봄철사이의 탄천의 수질은 타 계절에 비해 심각한 것으로 분석된다.

조사지점별로는 탄천 상류에서 하류로 흐르는 동안 BOD 값이 점차 감소하여 자정작용에 의해 수질이 개선되는 것으로 보이나 서울시와 경기도의 경계지점인 대곡교 지점에서는 BOD 값이 급격하게 증가하였다.

대곡교 지점 이후 값이 약간 감소하기는 하지만 경기도 구간에 비해

비교적 높은 9.2~16.0mg/L 범위의 BOD 값을 보였다. 즉 상류지점인 죽전교, 구미교, 금곡교에서 높은 BOD값을 보이고 있고, 성남하수처리장지점, 대곡교, 탄천하수처리장지점에서 높은 BOD값을 보인다<그림 4-11>.

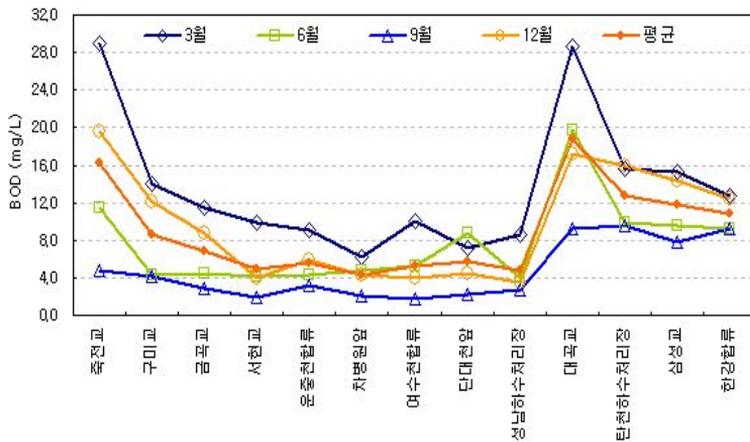
<표 4-2> 탄천의 계절별 BOD 현황 (2004년~2006년 평균)

(단위 : mg/L)

조사지점	BOD				조사지점	BOD			
	3월	6월	9월	12월		3월	6월	9월	12월
죽전교	28.9	11.4	4.8	19.6	대곡교	28.7	19.7	9.3	17.2
구미교	14.0	4.3	4.1	12.0	탄천하수처리장	15.6	9.8	9.6	16.0
금곡교	11.4	4.4	2.8	8.8	삼성교	15.3	9.5	7.9	14.3
서현교	9.9	4.1	1.9	3.9	한강합류	12.7	9.2	9.2	12.5
운중천합류	9.1	4.3	3.2	5.9	동막천	5.0	2.7	1.5	4.5
차병원앞	6.2	4.7	2.1	4.4	분당천	4.2	1.7	1.9	2.0
여수천합류	10.1	5.3	1.7	4.0	운중천	1.5	2.4	1.6	1.8
단대천합류	7.2	8.8	2.2	4.5	야탑천	4.1	1.7	1.0	2.8
성남하수처리장	8.6	4.0	2.7	3.5	세곡천	6.7	7.6	3.3	5.8

* 음영부분은 탄천 지류 조사지점

* 자료 : 강남구 환경청소과 내부자료



<그림 4-11> 탄천의 계절별 BOD 변동(강남구 조사)

2) SS

봄철(3월)의 경우 죽전교(95.0mg/L)~서현교(48.6mg/L), 대곡교(58.5mg/L) 지점과 가을철(9월)의 경우 여수천합류(65.6mg/L) 지점에서는 높은 SS 농도를 보였다<표 4-3>.

봄철의 높은 SS 농도는 주변지역의 공동주택건설과 입주에 의한 수질 교란 및 갈수기 하천유량 감소에 의해 침적작용이 제대로 이루어지지 않아 나타난 현상으로 보인다. 여수천 합류지점(9월)의 높은 농도를 보이는 것은 계절적 영향보다는 일시적인 고농도 부유물질 유입에 의한 것으로 판단된다<그림 4-12>.

<표 4-3> 탄천의 계절별 SS 현황 (2004년~2006년 평균)

(단위 : mg/L)

조사지점	SS				조사지점	SS			
	3월	6월	9월	12월		3월	6월	9월	12월
죽전교	95.0	70.0	68.5	94.8	대곡교	58.5	23.5	9.7	15.2
구미교	29.6	11.1	14.5	31.7	탄천하수처리장	19.9	19.5	18.8	7.7
금곡교	46.6	20.6	17.2	16.1	삼성교	11.9	11.7	10.9	17.6
서현교	48.6	20.5	11.1	4.4	한강합류	14.9	10.8	7.7	43.9
운중천합류	15.2	21.5	8.0	10.0	동막천	8.7	4.4	25.7	20.9
차병원앞	11.3	20.9	8.1	5.7	분당천	2.3	2.4	23.5	2.9
여수천합류	18.5	22.4	65.6	9.9	운중천	1.5	116.9	20.7	14.4
단대천합류	8.7	8.1	14.7	8.3	야탑천	0.5	1.5	4.5	4.0
성남하수처리장	10.8	19.6	8.4	3.9	세곡천	10.7	7.6	3.5	10.5

* 음영부분은 탄천 지류 조사지점

* 자료 : 강남구 환경청소과 내부자료

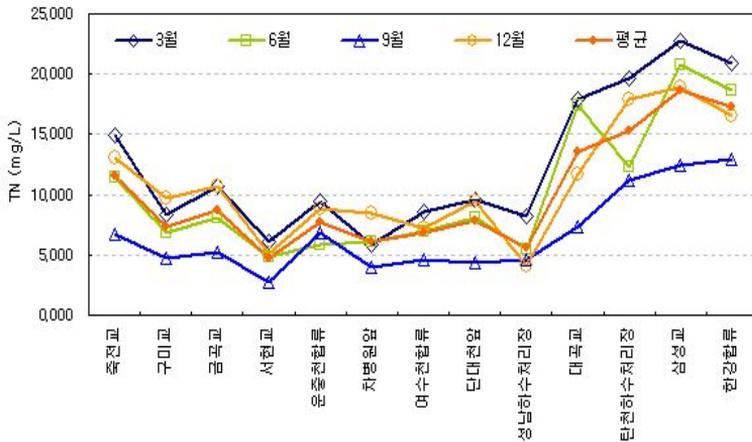
<표 4-4> 탄천의 계절별 T-N 현황 (2004년~2006년 평균)

(단위 : mg/L)

조사지점	TN				조사지점	TN			
	3월	6월	9월	12월		3월	6월	9월	12월
죽전교	14.896	11.496	6.768	13.024	대곡교	17.920	17.408	7.363	11.709
구미교	8.328	6.794	4.736	9.683	탄천하수처리장	19.688	12.352	11.224	17.853
금곡교	10.688	8.054	5.240	10.726	삼성교	22.743	20.752	12.376	18.926
서현교	6.104	4.912	2.736	5.131	한강합류	20.952	18.712	12.912	16.589
운중천합류	9.448	5.824	6.780	8.893	동막천	4.768	3.928	3.376	5.752
차병원앞	5.826	6.152	4.032	8.440	분당천	9.016	3.232	2.552	2.815
여수천합류	8.632	6.928	4.632	7.250	운중천	5.939	5.192	5.776	7.517
단대천합류	9.568	8.064	4.336	9.474	야탑천	3.560	2.520	2.872	3.083
성남하수처리장	8.240	5.448	4.560	4.145	세곡천	6.928	5.912	3.640	5.387

* 음영부분은 탄천 지류 조사지점

* 자료 : 강남구 환경청소과 내부자료



<그림 4-13> 탄천의 계절별 T-N 변동(강남구 조사)

4) T-P

T-P 농도 역시 계절적 변화가 크지는 않았지만, 갈수기 수질이 다소 높아지는 것으로 나타났다.

구간별로는 T-N 농도 변화와 유사하게 성남하수처리장 방류구 이후부터 그 값이 크게 높아지는 것으로 나타났다. 탄천의 계절별 T-P현황은 <표 4-5>, <그림 4-14>와 같다.

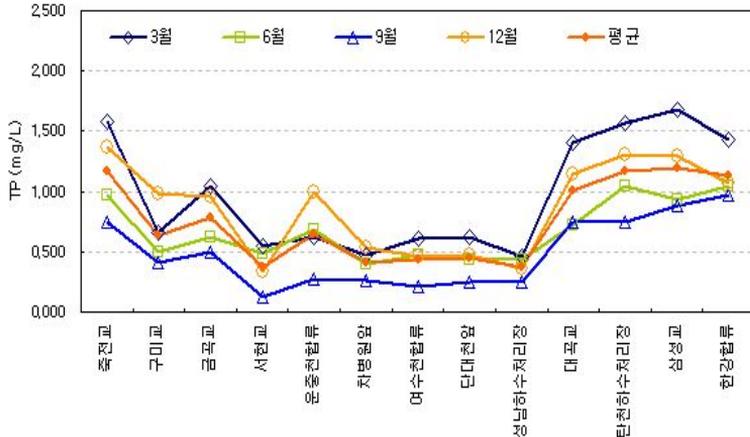
<표 4-5> 탄천의 계절별 T-P 현황 (2004년~2006년 평균)

(단위 : mg/L)

조사지점	TP				조사지점	TP			
	3월	6월	9월	12월		3월	6월	9월	12월
죽전교	1.580	0.973	0.744	1.365	대곡교	1.409	0.724	0.743	1.147
구미교	0.663	0.492	0.414	0.988	탄천하수처리장	1.564	1.040	0.747	1.310
금곡교	1.045	0.618	0.493	0.956	삼성교	1.679	0.930	0.881	1.295
서현교	0.543	0.485	0.125	0.342	한강합류	1.436	1.039	0.968	1.074
운중천합류	0.626	0.678	0.272	0.995	동막천	0.325	0.537	0.192	0.251
차병원앞	0.469	0.394	0.264	0.537	분당천	0.098	0.153	0.139	0.160
여수천합류	0.610	0.474	0.216	0.463	운중천	0.032	0.267	0.056	0.139
단대천합류	0.623	0.435	0.247	0.469	야탑천	0.101	0.163	0.074	0.079
성남하수처리장	0.461	0.439	0.246	0.355	세곡천	0.409	0.496	0.208	0.350

* 음영부분은 탄천 지류 조사지점

* 자료 : 강남구 환경청소과 내부자료



<그림 4-14> 탄천의 계절별 T-P 변동(강남구 조사)

제1절 2007년 탄천 수질조사

1. 조사지점 및 방법

이 연구에서는 2007년 4월부터 10월까지 봄철(4월 5일), 여름철(7월, 8월), 가을철(10월초, 10월말)에 계절별로 2회씩 채수하여 수질조사를 실시하였다.

조사지점을 보면 4월 봄철 조사에서는 총 11개 지점(서울시 9개, 경기도 2개)을, 5월 조사부터는 경기도 성남시계에서 3곳을 추가로 선정하여 총 14개 지점(서울시 9개, 경기도 5개)에 대하여 조사하였다.

이 연구에서 조사한 탄천 수질 측정지점은 <표 4-6>과 같다.

<표 4-6> 탄천수질 조사 구간

No.	위치 및 행정구역		비고	
1	죽전교	경기도 용인시	탄천본류	
2	구미교	경기도 성남시	탄천본류	
3	방아교	경기도 성남시	탄천본류	5월부터 실시
4	여수교	경기도 성남시	탄천본류	5월부터 실시
5	세곡천 합류부(대왕교)	경기도 성남시	탄천본류	5월부터 실시
6	대곡교 (좌)	서울시 송파구	탄천본류	
7	대곡교 (우)	서울시 송파구	탄천본류	
8	장지천 합류	서울시 송파구	탄천본류	
9	탄천하수처리장(탄천1교)	서울시 강남구	탄천본류	
10	양재천합류	서울시 강남구	탄천본류	
11	삼성교(좌)	서울시 강남구	탄천본류	
12	삼성교(우)	서울시 강남구	탄천본류	
13	한강합류(좌)	서울시 강남구	탄천본류	
14	한강합류(우)	서울시 강남구	탄천본류	

2. 기상현황

우리나라 하천의 수질은 계절적 영향으로 나타나는 강수량이나 유량과 큰 상관관계를 가지고 있다. 이 연구에서 탄천 수질을 조사한 기간 동안의 기상현황은 서울시 지역과 유사하므로 이 자료를 살펴보았다<표 4-7>.

2007년 기온은 0.4℃(1월)~26.5℃(8월)이며, 강우량은 10.8mm(1월)~274.1mm(7월)이며, 7월 한달동안의 강우량은 1월부터 11월 총강우량 1,199.62mm의 22.8%를 차지했으며, 여름철 기간인 7월~9월의 강우량은 총 강우량의 62.8%를 차지했다.

<표 4-7> 2007년도 서울지역 기상 현황

월 별	기온 (°C)	강우량 (mm)	월 별	기온 (°C)	강우량 (mm)
1월	0.4	10.8	7월	24.2	274.1
2월	4	12.6	8월	26.5	237.6
3월	6.1	123.5	9월	21.5	241.9
4월	11.4	41.1	10월	15.1	39.5
5월	18.1	137.6	11월	6.7	26.4
6월	23.2	54.5	12월	-	-
강우량 합계			1,199.6		

* 자료 : 기상청 (<http://www.kma.go.kr>)

3. 조사결과

1) 수온

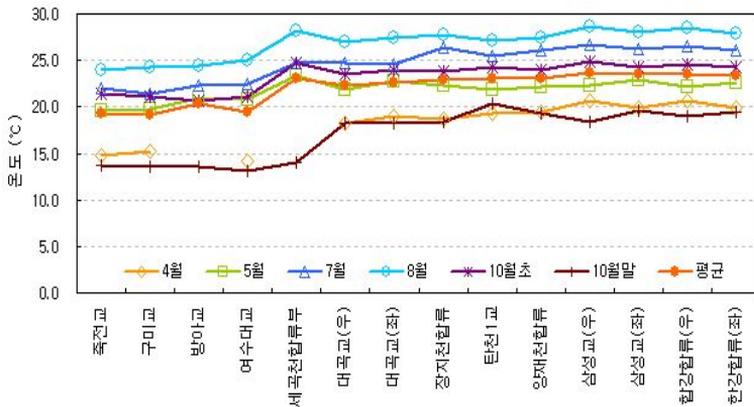
탄천 수온은 최소 14.2°C에서 최고 23.4°C로 조사되었으며, 여름과 봄철의 차이가 약 10°C정도 이다<표 4-8>. 조사지점별로는 세곡천 합류부 이후부터 수질이 상승하는 것으로 나타났다. 이는 성남하수처리장과 탄천하수처리장 방류수의 영향에 의한 것으로 판단된다.

<그림 4-15>는 조사기간 동안의 탄천 월평균 수온을 나타낸 것이다.

<표 4-8> 수온 조사 결과

(단위 : °C)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	14.7	19.6	22.0	24.0	21.4	13.7	19.2	24.0	14.7
구미교	15.2	19.7	21.4	24.3	21.1	13.6	19.2	24.3	15.2
방아교	-	20.9	22.3	24.4	20.7	13.6	20.4	24.4	20.9
여수대교	14.2	20.8	22.5	25.0	21.1	13.1	19.4	25.0	14.2
세곡천합류	-	23.4	24.7	28.2	24.8	14.0	23.0	28.2	23.4
대곡교(우)	18.2	21.9	24.8	27.0	23.5	18.2	22.3	27.0	18.2
대곡교(좌)	19.0	22.7	24.6	27.5	24.0	18.2	22.7	27.5	19.0
장지천합류	18.7	22.3	26.4	27.8	23.9	18.3	22.9	27.8	18.7
탄천1교	19.4	21.8	25.5	27.1	24.2	20.4	23.1	27.1	19.4
양재천합류	19.5	22.2	26.0	27.4	23.9	19.3	23.0	27.4	19.5
삼성교(우)	20.7	22.3	26.7	28.7	24.9	18.4	23.6	28.7	20.7
삼성교(좌)	19.8	22.9	26.2	28.1	24.2	19.5	23.5	28.1	19.8
한강합류(우)	20.6	22.1	26.5	28.5	24.5	19.1	23.5	28.5	20.6
한강합류(좌)	19.9	22.7	26.2	27.9	24.2	19.4	23.4	27.9	19.9



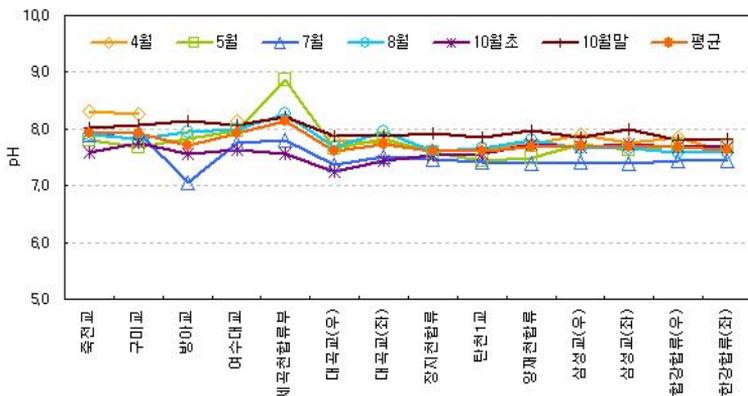
<그림 4-15> 수온 조사결과

2) pH

pH는 평균 7.6~8.6의 범위로 큰 변화 없이 중성 범위 내에서 유지되는 것으로 나타났다<표 4-9><그림 4-16>.

<표 4-9> 탄천 pH 결과

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	8.3	7.8	7.9	7.9	7.6	8.0	7.9	8.3	7.8
구미교	8.3	7.7	7.9	7.8	7.8	8.1	7.9	8.3	7.7
방야교	-	7.8	7.1	8.0	7.6	8.1	7.7	8.0	7.1
여수대교	8.2	8.0	7.8	8.0	7.6	8.1	7.9	8.2	7.8
세곡천합류	-	8.9	7.8	8.3	7.6	8.2	8.1	8.9	7.8
대곡교(우)	7.8	7.7	7.4	7.7	7.2	7.9	7.6	7.8	7.4
대곡교(좌)	7.8	7.8	7.5	8.0	7.5	7.9	7.7	8.0	7.5
장지천합류	7.6	7.6	7.5	7.6	7.5	7.9	7.6	7.6	7.5
탄천1교	7.7	7.5	7.4	7.7	7.6	7.9	7.6	7.7	7.4
양재천합류	7.7	7.5	7.4	7.8	7.7	8.0	7.7	7.8	7.4
삼성교(우)	7.9	7.7	7.4	7.7	7.7	7.8	7.7	7.9	7.4
삼성교(좌)	7.8	7.6	7.4	7.7	7.7	8.0	7.7	7.8	7.4
한강합류(우)	7.8	7.7	7.5	7.6	7.7	7.8	7.7	7.8	7.5
한강합류(좌)	7.6	7.7	7.5	7.6	7.7	7.8	7.6	7.7	7.5



<그림 4-16> 탄천 pH 결과

3) DO

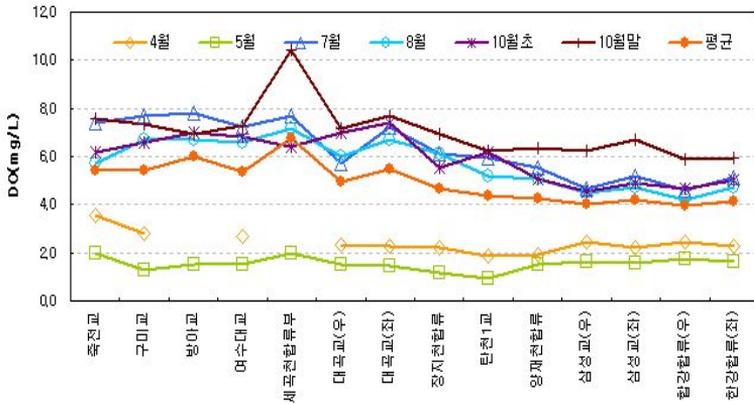
DO는 최소 0.9mg/L(탄천1교, 5월)~최대 7.8mg/L(방아교, 7월)로 조사되었다. 4월과 5월 봄철에는 각각 2.4mg/L, 1.5mg/L으로 조사되었으나 7월과 8월 여름에는 각각 6.3mg/L, 5.7mg/L로 나타나서 여름과 가을철 보다 봄철의 농도가 낮아 수질이 좋지 않은 것으로 조사되었다<표 4-10><그림 4-17>.

세곡천 합류부에서는 DO가 높아져 가장 좋은 수질상태를 보이고 있으며, 다시 하류에서는 감소하는 것으로 나타났다.

<표 4-10> 탄천 DO 조사 결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	3.5	2.0	7.4	5.7	6.2	7.6	5.4	7.4	2.0
구미교	2.8	1.3	7.7	6.7	6.6	7.3	5.4	7.7	1.3
방아교	-	1.5	7.8	6.7	7.0	7.0	6.0	7.8	1.5
여수대교	2.7	1.5	7.2	6.6	6.8	7.3	5.4	7.2	1.5
세곡천합류	-	2.0	7.7	7.2	9.4	10.4	7.3	7.7	2.0
대곡교(우)	2.3	1.5	5.7	6.0	7.0	7.1	4.9	6.0	1.5
대곡교(좌)	2.3	1.5	7.2	6.7	7.4	7.7	5.5	7.2	1.5
장지천합류	2.2	1.1	6.1	6.1	5.6	7.0	4.7	6.1	1.1
탄천1교	1.9	0.9	5.9	5.2	6.2	6.2	4.4	5.9	0.9
양재천합류	1.9	1.5	5.5	5.0	5.1	6.4	4.2	5.5	1.5
삼성교(우)	2.5	1.7	4.6	4.5	4.6	6.2	4.0	4.6	1.7
삼성교(좌)	2.2	1.6	5.2	4.7	4.9	6.7	4.2	5.2	1.6
한강합류(우)	2.4	1.8	4.6	4.2	4.7	5.9	3.9	4.6	1.8
한강합류(좌)	2.3	1.6	5.1	4.7	5.0	6.0	4.1	5.1	1.6



<그림 4-17> 탄천 DO 조사 결과

4) BOD

BOD는 최소 1.0mg/L(방아교, 8월)~최대 25.2mg/L(죽전교, 5월)로 조사되었다. 탄천 상류인 죽전교에서 하류로 흐를수록 수질이 점차 개선되다 세곡천 합류부를 경계로 다시 악화되는 것으로 나타났다.

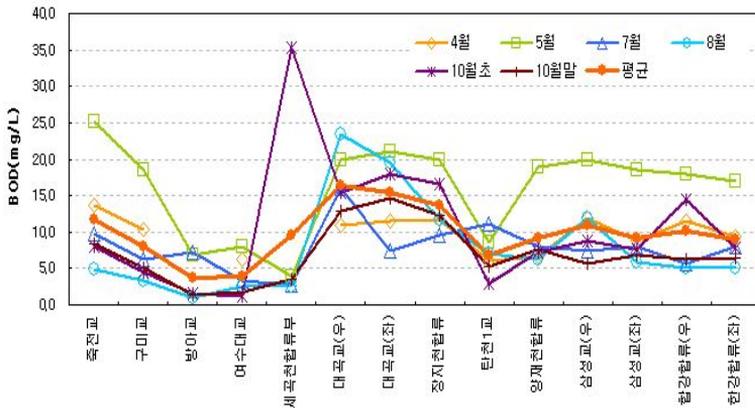
봄철의 경우 죽전교에서 최대값 19.4mg/L를 보이다 점차 감소하여 세곡천 합류부에서 최소값인 6.7mg/L로 조사되었다. 이후 대곡교 지점에서 15.5~16.3mg/L로 BOD값이 증가하는 것으로 나타났다. 4월과 5월에 각각 평균 9.9mg/L, 16.0mg/L로 나타났으며 여름철에는 평균 7.9mg/L를 보여 여름철보다 갈수기인 봄철에 수질이 좋지 않은 것으로 조사되었다. 강우량이 줄어드는 가을철에 다시 10.7mg/L로 증가하였다<표 4-11><그림 4-18>.

탄천 상류인 경기도 구간이 서울시 구간보다 낮은 BOD 값을 보였다. 특히 대곡교 우안에서는 19.8mg/L의 높은 BOD값을 나타냈다.

<표 4-11> 탄천 BOD 조사 결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	13.6	25.2	9.8	4.8	8.0	8.4	11.6	25.2	4.8
구미교	10.3	18.5	6.3	3.3	4.4	5.1	8.0	18.5	3.3
방아교	-	6.9	7.2	1.0	1.6	1.4	3.6	7.2	1.0
여수대교	6.3	8.0	3.3	2.5	1.2	1.7	3.8	8.0	2.5
세곡천합류	-	3.9	2.7	2.5	35.4	3.5	9.6	3.9	2.5
대곡교(우)	10.9	20.0	16.0	23.5	15.5	12.9	16.5	23.5	10.9
대곡교(좌)	11.5	21.0	7.4	19.5	18.0	14.7	15.4	21.0	7.4
장지천합류	11.8	20.0	9.6	11.7	16.5	12.2	13.6	20.0	9.6
탄천1교	6.1	8.6	11.1	7.0	2.9	5.3	6.8	11.1	6.1
양재천합류	6.7	19.0	8.0	6.2	7.2	7.7	9.1	19.0	6.2
삼성교(우)	11.9	20.0	7.4	12.0	8.7	5.7	11.0	20.0	7.4
삼성교(좌)	8.8	18.5	8.0	5.8	7.6	6.9	9.3	18.5	5.8
한강합류(우)	11.5	18.0	5.6	5.0	14.5	6.2	10.1	18.0	5.0
한강합류(좌)	9.4	17.0	8.0	5.1	7.8	6.4	9.0	17.0	5.1



<그림 4-18> 탄천 BOD 조사 결과

5) SS

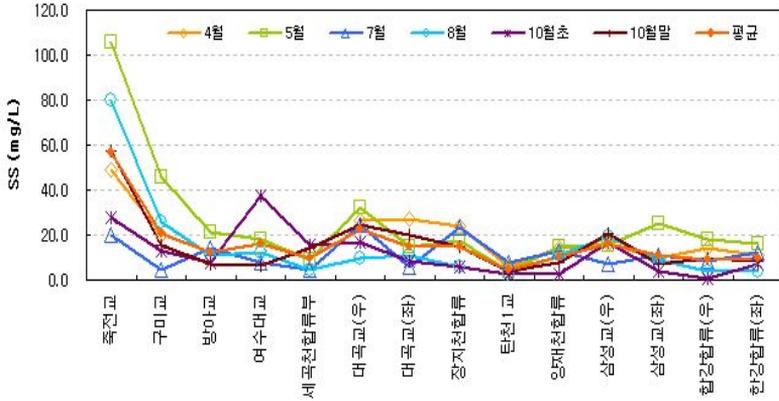
SS는 갈수기보다 강우량이 많은 여름철에 농도가 낮게 나타나 여름철 수질이 양호한 것으로 조사되었다.

조사지점별로는 계절에 상관없이 탄천 최상류 죽전교 지점에서 최대 105.6mg/L로 가장 높은 값을 보였으며 그 이후 하류구간으로 흐르면서 점차 값이 감소하는 것으로 나타났다<표 4-12>, <그림 4-19>.

<표 4-12> 탄천 SS 조사결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	49.2	105.6	20.0	80.0	28.0	57.6	56.7	105.6	20.0
구미교	20.0	46.0	4.4	25.6	12.8	15.2	20.7	46.0	4.4
방야교	-	21.6	14.0	10.8	8.0	6.8	12.2	21.6	10.8
여수대교	13.2	18.0	8.0	12.4	37.2	6.4	15.9	18.0	8.0
세곡천합류	-	9.2	4.8	4.4	15.6	14.4	9.7	9.2	4.4
대곡교(우)	26.4	32.4	24.8	10.0	16.8	24.8	22.5	32.4	10.0
대곡교(좌)	27.2	14.8	6.0	10.8	8.4	20.0	14.5	27.2	6.0
장지천합류	23.6	17.6	23.2	5.6	5.6	14.8	15.1	23.6	5.6
탄천1교	5.6	4.0	7.6	2.4	2.8	4.0	4.4	7.6	2.4
양재천합류	14.0	14.8	13.2	10.8	2.8	7.6	10.5	14.8	10.8
삼성교(우)	16.0	15.2	7.2	19.6	16.8	20.8	15.9	19.6	7.2
삼성교(좌)	10.0	25.2	11.2	8.8	4.0	7.2	11.1	25.2	8.8
한강합류(우)	14.4	18.0	8.4	3.6	0.8	10.0	9.2	18.0	3.6
한강합류(좌)	10.8	16.0	12.0	4.0	6.8	8.4	9.7	16.0	4.0



<그림 4-19> 탄천 SS 조사 결과

6) T-N

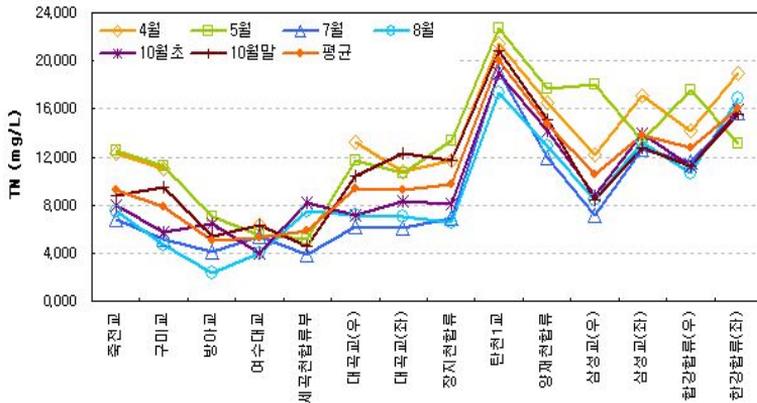
T-N은 계절에 상관없이 상류보다는 하류 구간에서 농도가 높게 나타나는 경향을 보였으며, 여름철보다 봄과 가을철의 경우에 상대적으로 높은 농도를 보였다.

계절별로는 봄철의 경우 탄천하수처리장 방류구 인근에서 가장 높은 22.0mg/L로 나타났으며, 여름철과 가을철도 봄철과 유사하게 탄천하수처리장 방류구 지점에서 각각 18.2mg/L, 18.2mg/L로 나타나 가장 높은 농도를 보였다<표 4-13><그림 4-20>. 이는 하수처리의 고도처리 공정의 도입이 필요하다는 것을 말해준다.

<표 4-13> 탄천 T-N 조사 결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	12.288	12.528	6.792	7.440	7.968	8.736	9.292	12.528	6.792
구미교	11.040	11.280	5.112	4.656	5.712	9.456	7.876	11.280	4.656
방아교	-	7.032	4.056	2.400	6.408	5.376	5.054	7.032	2.400
여수대교	6.336	5.520	5.424	4.032	4.008	6.288	5.268	6.336	4.032
세곡천합류	-	5.136	3.840	7.536	8.160	4.608	5.856	7.536	3.840
대곡교(우)	13.248	11.760	6.216	7.104	7.152	10.464	9.324	13.248	6.216
대곡교(좌)	10.752	10.704	6.120	7.056	8.352	12.240	9.204	10.752	6.120
장지천합류	11.664	13.296	6.936	6.576	8.064	11.760	9.716	13.296	6.576
탄천1교	21.408	22.656	19.056	17.376	18.912	20.880	20.048	22.656	17.376
양재천합류	16.560	17.664	11.904	12.912	14.208	15.120	14.728	17.664	11.904
삼성교(우)	12.144	18.048	7.152	8.448	8.784	8.448	10.504	18.048	7.152
삼성교(좌)	17.040	13.344	12.672	13.200	13.920	12.816	13.832	17.040	12.672
한강합류(우)	14.112	17.520	11.616	10.656	11.184	11.280	12.728	17.520	10.656
한강합류(좌)	18.960	13.104	15.744	16.896	15.888	15.552	16.024	18.960	13.104



<그림 4-20> 탄천 T-N 조사 결과

7) T-P

T-P는 4월과 5월 봄철에 평균 1.2mg/L로 여름철과 가을철의 평균농도 0.6~0.8mg/L 보다 높은 것으로 나타났다.

봄철의 경우 최상류지점 이후 대곡교 구간에서 다시 높게 측정되었으며, 여름철에는 대곡교 우안에서 1.2mg/L로 가장 높은 값을 보였다. 또한 세곡천 합류부에서 0.2mg/L로 가장 낮은 값을 나타냈다.

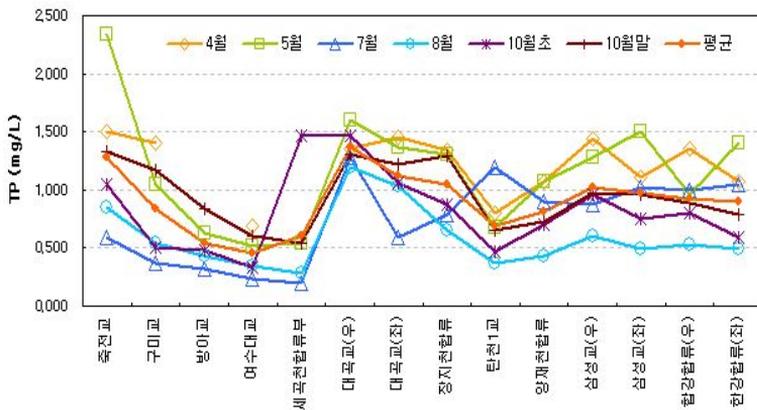
가을철에 세곡천 합류부에서 최대값을 보였는데, 이것은 세곡천이 유량이 적어 건천화되어 있는 경우가 많으며, 가을철에는 유량이 적어 나타난 현상으로 분석된다. 대곡교 우안에서도 1.366mg/L로 높게 나타났다. 이후 탄천1교(탄천하수처리장 방류구) 지점까지 감소하다 다시 약간 증가하는 경향을 보였다.

<표 4-14>와 <그림 4-21>은 조사기간 동안 탄천의 T-P 결과와 월별 평균 T-P 농도를 나타낸 것이다.

<표 4-14> 탄천 T-P 조사결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	1.500	2.340	0.592	0.850	1.042	1.336	1.277	2.340	0.592
구미교	1.404	1.044	0.368	0.547	0.504	1.168	0.839	1.404	0.368
방아교	-	0.624	0.320	0.427	0.485	0.832	0.538	0.624	0.320
여수대교	0.684	0.516	0.240	0.350	0.336	0.608	0.456	0.684	0.240
세곡천합류	-	0.540	0.200	0.288	1.464	0.536	0.606	0.540	0.200
대곡교(우)	1.356	1.596	1.280	1.195	1.464	1.304	1.366	1.596	1.195
대곡교(좌)	1.452	1.368	0.592	1.037	1.056	1.224	1.122	1.452	0.592
장지천합류	1.344	1.308	0.792	0.650	0.876	1.288	1.043	1.344	0.650
탄천1교	0.804	0.672	1.200	0.370	0.468	0.656	0.695	1.200	0.370
양재천합류	1.068	1.068	0.896	0.437	0.696	0.728	0.816	1.068	0.437
삼성교(우)	1.440	1.284	0.880	0.600	0.960	0.968	1.022	1.440	0.600
삼성교(좌)	1.104	1.500	1.024	0.494	0.756	0.960	0.973	1.500	0.494
한강합류(우)	1.356	0.960	1.000	0.533	0.804	0.888	0.924	1.356	0.533
한강합류(좌)	1.075	1.404	1.048	0.494	0.588	0.784	0.899	1.404	0.494



<그림 4-21> 탄천 T-P 조사결과

8) 클로로필-a

클로로필-a는 봄철인 4월과 5월에 각각 4.7mg/L, 4.3mg/L로 나타나 여름과 가을철 평균 0.7~1.2mg/L보다 3배 이상의 높은 값을 나타냈다.

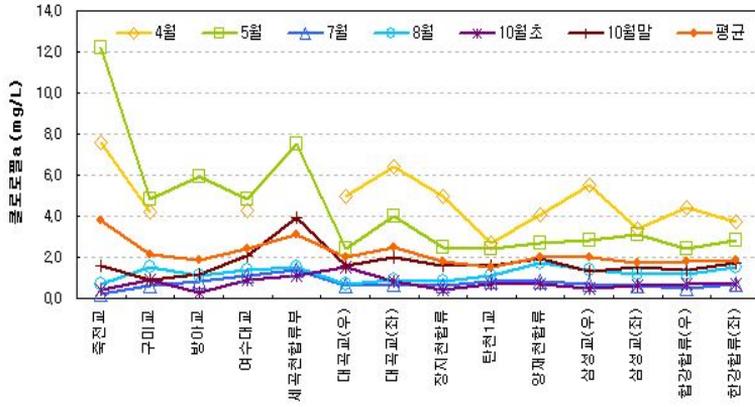
봄철에는 상류 지점에서 4.0~10.0mg/L의 큰 범위에서 값이 변화하는 것으로 나타났으나 하류 구간으로 가면서 2.0~4.0mg/L의 변화 폭이 작아진다. 여름철에는 상류지점에서 하류를 따라 세곡천 합류부까지 증가하다가 대곡교 지점에서 약간 감소한 후 정체하거나 약간 증가하는 경향을 보이고 있다.

세곡천 합류부에서는 평균 3.1mg/L로 높은 수치를 나타내며, 대곡교 지점은 2.0~2.5mg/L이었다. 가을철에는 상류에서 대곡교 우안까지 증가하는 경향을 보이거나 그 이후 감소하여 한강합류부 지점에서 0.7mg/L의 값을 나타냈다<표 4-15>,<그림 4-22>.

<표 4-15> 탄천 클로로필-a 조사 결과

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
죽전교	7.6	12.2	0.2	0.7	0.4	1.6	3.8	12.2	0.2
구미교	4.2	4.8	0.6	1.5	0.9	0.9	2.2	4.8	0.6
방야교		5.9	0.8	1.1	0.3	1.2	1.9	5.9	0.8
여수대교	4.3	4.8	1.1	1.4	0.9	2.1	2.4	4.8	1.1
세곡천합류		7.5	1.4	1.5	1.1	3.9	3.1	7.5	1.4
대곡교(우)	5.0	2.4	0.6	0.7	1.5	1.6	2.0	5.0	0.6
대곡교(좌)	6.4	4.0	0.7	0.9	0.8	2.0	2.5	6.4	0.7
장지천합류	5.0	2.5	0.6	0.8	0.4	1.6	1.8	5.0	0.6
탄천1교	2.7	2.4	0.8	1.1	0.7	1.6	1.6	2.7	0.8
양재천합류	4.1	2.7	0.8	1.7	0.7	1.9	2.0	4.1	0.8
삼성교(우)	5.5	2.8	0.7	1.4	0.5	1.3	2.0	5.5	0.7
삼성교(좌)	3.4	3.1	0.6	1.2	0.6	1.5	1.7	3.4	0.6
한강합류(우)	4.4	2.4	0.5	1.2	0.7	1.4	1.8	4.4	0.5
한강합류(좌)	3.7	2.8	0.7	1.5	0.7	1.7	1.9	3.7	0.7



<그림 4-22> 탄천 pp부류ppm-a 조사결과

제 V 장 탄천하류의 수리 및 수질모델링 분석

제1절 탄천보 제거 전후 수리·수문
영향 분석

제2절 탄천하류의 수질모델링

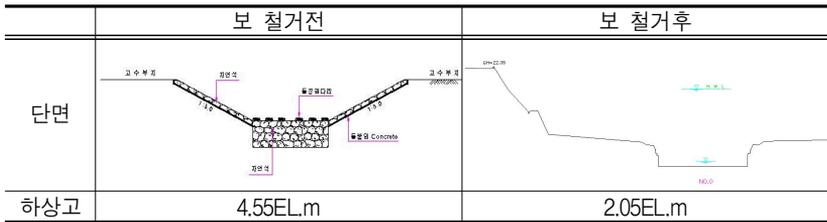
제 V 장 | 탄천하류의 수리 및 수질모델링 분석

제1절 탄천보 제거 전후 수리·수문 영향 분석

1. 수중보 기초자료

1) 단면

보 제거 이전 탄천 수중보 지점의 하상고는 탄천보 상단의 표고인 4.55EL.m이며, 탄천보가 제거될 경우 하상고는 탄천보 높이만큼 낮아진 2.05EL.m(탄천보 하류단 지점의 하상고)로 설정하여 보 제거 전·후의 수리 수문 분석을 비교 수행하였다. 탄천 수중보 철거 전·후의 단면은 <그림 5-1>과 같다.



<그림 5-1> 탄천보 철거 전·후 단면 현황

2) 유량

탄천 유역의 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량, 계획홍수량과 같은 유황 분석은 탄천 하천정비 기본계획에서 <표 5-1>과 같이 분석하였다.

<표 5-1>에서 갈수량(Q_{355})이란 하천에서 1년을 통해서 355일은 이보

다 감소되지 않는 수량을 말하며, 저수량(Q_{275})은 하천에서 1년 365일을 통해 275일간 이 이하로 내려가지 않는 수량을 말한다. 평수량(Q_{185})은 평상시에 하천을 흐르는 물의 양으로 1년 가운데 185일간은 유지되는 수량이다. 풍수량(Q_{85})은 하천에 대체로 많은 양의 물이 흐를 때의 그 분량으로 1년 가운데 85일은 보존되는 수량이며, 계획홍수량은 치수 공사를 할 때에 설계의 기준이 되는 유량으로 탄천의 경우 100년 빈도 기본홍수량을 기준으로 계획홍수량을 산정하였다.

<표 5-1> 탄천 하구 유황

(단위: m^3/sec)

	유역면적 (km^2)	갈수량 (Q_{355})	저수량 (Q_{275})	평수량 (Q_{185})	풍수량 (Q_{85})	계획홍수량 (100년빈도)
탄천하구	300.95	0.80	1.76	3.18	6.16	2,555

*자료 : 하천정비기본계획 2000. 12, 서울특별시

이 연구에서는 탄천 수중보 제거 전·후의 수리 수문 영향을 분석하고자 평상시인 평수량과 홍수시의 상황인 계획홍수량, 갈수량 자료를 이용하여 탄천 수중보 제거의 영향을 모의하였다.

3) 기점수위 및 조도계수

(1) 기점 홍수위

분류의 계획홍수량에 비해 지류의 계획홍수량이 아주 적을 경우에 적용하는 기점홍수위는 하구 계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지류에서는 기본적으로 분류의 계획홍수위를 사용하였다.

하천에서의 기점홍수위를 결정하는 방법에는

- ① 하구계획홍수위 또는 배수효과가 있는 지천에서는 분류의 계획홍

수위

- ② 수공구조물에 의해 한계수심이 발생한 경우는 그 점의 한계수심 또는 설계홍수위
- ③ 하도가 급확대, 단락, 만곡 또는 교각에 의해 수위변화가 일어나는 곳은 손실수두를 더하여 계산한 수위
- ④ 사수역이 발생하는 곳은 유수단면적에서 사수역을 빼고 계산한 수위
- ⑤ 과거에 발생한 최대홍수위, 흔적홍수위 또는 기존제방이나 방조제의 설계홍수위
- ⑥ 수리모형실험에 의해 추정된 수위

등을 적용하여 기점수위를 산정하게 되며, 이번 홍수위 계산시에는 평시에 한강 합류점의 일제관측수위¹⁾를, 홍수시에는 한강 합류점 200년 빈도 수위를 기점수위로 하여 배수위 계산을 하였다. 홍수시와 평상시의 기점홍수위는 <표 5-2>와 같다.

<표 5-2> 탄천 하구 기점 홍수위

지점	조건	기점홍수위 (단위 : EL. m)	비 고
탄천하구	홍수시	18.01	한강 합류점 200년 빈도 수위
	평상시	3.05	일제관측수위

*자료 : 하천정비기본계획 2000. 12, 서울특별시

(2) 조도계수

조도계수는 수로 내를 흐르는 물에 대한 마찰저항을 나타내는 수리학

1) 일제관측수위는 하천정비기본계획시 측량을 할 때, 측량 당시의 수위

적인 계수로서 일반적으로 Manning의 조도계수를 의미하며, 주어진 유량에 대해 등류 또는 부등류, 부정류 계산을 통하여 해석하는 하천의 흐름해석에서 조도계수는 매우 중요한 매개변수이며, 조도계수에 의해 흐름 해석의 결과가 크게 좌우된다.

하천에 있어서 조도계수는 하도 저항의 정도를 나타내는 계수로서 수심 및 유량의 변화, 하상형상, 하상변동, 유사량, 식생의 종류, 인위적인 하상굴착, 하도간의 편류, 사수역의 발생 등 여러 가지 복합적인 요소에 의하여 변화하며 동일하천 동일구간의 경우에도 경년적으로 변화되는 것으로서 정도가 높은 값을 구하는 것이 상당히 어려운 문제이다.

따라서 정확도가 높은 하천의 조도계수를 얻기 위해서는 저수유량, 홍수유량에 대하여 가급적 다수의 관측자료를 사용하여 조도계수를 산정하여야 한다. 일반적으로 조도계수를 산정하는 방법에는 다음과 같이 세 가지 방법이 있다.

- ① 하도상황 및 하도재료에 의한 추정
- ② 수위-유량자료를 이용한 추정
- ③ 홍수흔적을 조사하여 부등류 계산에 의한 추정

이 중 하천정비 기본계획에서는 홍수흔적에 의한 값과 하상 물질 구성 재료와 하상상태 등을 고려하여 적용하였으며 참고로 하도상태에 따른 조도계수 추정치의 기준은 <표 5-3> 및 <표 5-4>와 같다.

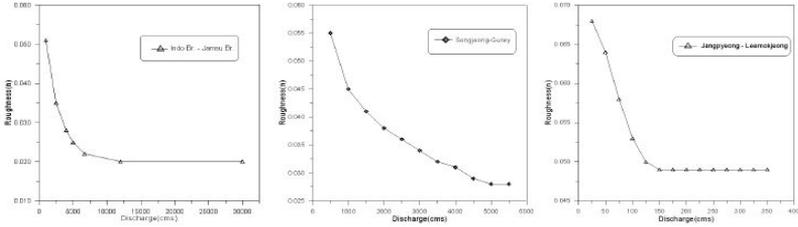
<표 5-4> 하천 및 수로의 조도계수

하천 및 수로의 상황		조도계수의 범위
인공수로 및 하천	콘크리트 인공수로	0.014 ~ 0.020
	나선형 반관수로	0.021 ~ 0.030
	양안에 붙임이 적은 수로(이토상)	0.025 (평균치)
	암반을 굴착하여 방치한 하상	0.035 ~ 0.050
	다듬은 암반 하상	0.025 ~ 0.040
	점토성 하상, 세굴이 일어나지 않을 정도의 유속	0.016 ~ 0.022
	사질 Loam, 점토질 Loam	0.020 (평균치)
자연 하천	Drag line 굴착준설, 잡초 적음	0.025 ~ 0.033
	평야의 소하천, 잡초 없음	0.025 ~ 0.033
	평야의 소하천, 잡초와 관목 있음	0.030 ~ 0.040
	평야의 소하천, 잡초 많음, 잔자갈 하상	0.040 ~ 0.055
	산지하천, 골재, 호박돌	0.030 ~ 0.050
	산지하천, 호박돌, 큰 호박돌	0.040 이상
	대하천, 점토, 사질 하상, 사행이 적음	0.018 ~ 0.035
대하천, 자갈 하상	0.025 ~ 0.040	

* 자료 : 하천설계기준(2002, 한국수자원학회)

또한 조도계수는 유량이 증가하면 조도계수가 감소하고 유량이 감소하면 조도계수가 증가하는 가변성을 갖으며, 하상경사가 완만한 하천일수록 유량에 대한 조도계수의 가변성이 크게 나타나고 하상경사가 급할수록 유량에 대한 조도계수의 가변성은 적게 나타나는 특징을 가진다.

<그림 5-2>는 한강, 섬진강, 평창강의 유량 규모별 조도계수의 변화를 보여주는 그림으로 조도계수는 유량이 증가할수록 감소하는 경향을 보여주고 있다.



<그림 5-2> 유량규모별 조도계수 변화

*자료 : “유량에 따른 조도계수의 변동특성에 관한 연구”, 박상우 외

조도계수는 유량 규모별로 변동성이 큰 특징이 있으므로 홍수시에 비하여 아주 적은 유량이 흐르는 평상시의 조도계수를 홍수시와 같이 사용하기에 무리가 따르므로 저유량이 흐르는 평상시의 조도계수를 수위-유량 자료를 이용하여 추정하였다. 저유량이 흐르는 평상시 조도계수 추정은 다음의 Manning의 평균유속공식과 <표 5-5>를 이용하여 계산하였다.

· Manning의 평균유속공식

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}, \quad \text{따라서, } n = \frac{1}{V} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

여기서, V : 평균유속, n : 조도계수,

R : 경심(A(유수단면적)/P(윤변)), I : 경사

<표 5-5> 조도계수의 추정

측정일	수위(m)	유속 V	유량 Q	단면적 A	경심 A/P	경사	조도 n
2002.6.27	1.69	0.36	5.17	14.4	0.764797	0.001	0.074
2002.8.7	5.35	2.69	620.47	230.31	4.97		0.032

*자료 : 한강 유량측정 용역 보고서, 2003, 건설교통부

이 연구에서는 홍수시의 조도계수는 하천정비 기본계획에서 제시한 홍

수혼적 및 하상물질 구성재료 분석 등에 의해 제시된 0.030을 사용하였고²⁾, 유량규모가 적은 평상시의 조도계수는 과거 저유량시 관측된 수위-유량자료를 이용하여 추정된 0.074를 이용하였다.

2. 분석의 기본 이론

탄천 수중보 제거에 의한 수리·수문 영향 분석은 미 육군 공병단에서 개발한 하천분석 모형인 HEC-RAS 3.0을 이용하여 홍수시와 평상시에 탄천 수중보 제거 전·후의 수위 및 유속을 비교하여 실시하였다.

하천의 홍수위는 미 육군공병단에서 개발하여 유효성이 검증된 HEC-RAS 3.0을 이용, 표준축차법(Standard Step Method)으로 계산하였으며 홍수위 계산에 적용된 기점수위 및 조도계수는 「3) 기점수위 및 조도계수」 항에서 언급한 값을 취하였고 각 측점별 수위는 탄천 수중보 제거 전·후에 대하여 홍수시와 평상시, 갈수시 유량 조건으로 산정하였다.

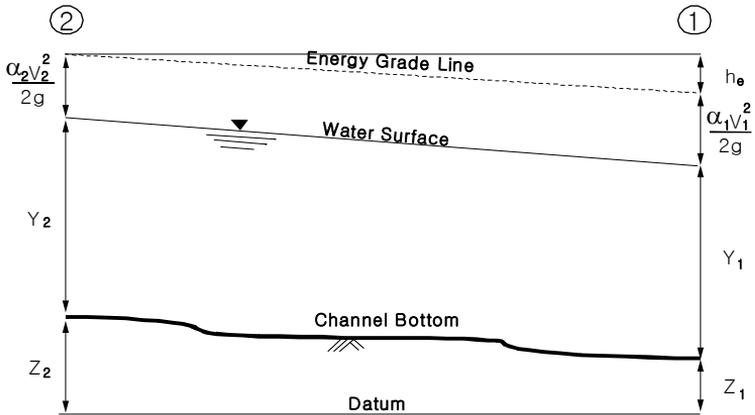
보 및 낙차공 지점 등 하천 횡단물로 인하여 지배단면이 발생할 수 있는 지점은 한계수심을 계산하여 구조물 하단지점의 계산홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 낮을 경우에는 그 구조물의 각 빈도별 한계수심을 기준 수위로 취하여 상류부로 배수위 계산을 수행하였고, 하단부 계산 홍수위가 그 구조물의 한계수심보다 높을 경우에는 그대로 배수위 계산을 수행하였다.

하도에서 흐름이 없는 부분 혹은 흐름이 있어도 유수소통에 영향을 주지 않는 사수역은 제거하였으며, 가능한 한 뾰뚱 수면형이 발생하지 않도록 유의하였다.

2) 홍수시의 조도계수는 <표 5-5>의 홍수시에 측정된 수위-유량자료(2002. 8. 27자료)에 의하여 추정된 조도계수가 0.032로 하천정비 기본계획에서 제시한 값과 근사하므로 하천 정비기본계획의 값을 따른다.

HEC-RAS 3.0에서 이용된 표준축차법(Standard Step Method)의 기본 식은 다음과 같다.

■ 표준축차법



<그림 5-3> 표준축차법(Standard Step Method) 기본이론

<그림 5-3>에서 ①, ② 단면 흐름의 총에너지를 같게 놓으면,

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{-----(1)}$$

- 여기서,
- Y_1, Y_2 = 단면 1, 2에서의 수위(EL.m)
 - Z_1, Z_2 = 단면 1, 2에서의 하상표고(EL.m)
 - V_1, V_2 = 단면 1, 2에서의 평균유속(m/s)
 - α_1, α_2 = 단면 1, 2에서의 에너지 보정계수
 - g = 중력 가속도 (m/s^2)
 - h_e = 에너지 손실수두(m)

에너지 손실수두에 대한 방정식은 다음과 같다.

$$h_e = L \cdot \overline{S_f} + \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right] \cdot C \text{ ----- (2)}$$

여기서, h_e = ENERGY손실수두(m)

L = 단면간 거리(m)

$\overline{S_f}$ = 단면간의 마찰경사

C = 확장 및 수축에 의한 손실계수

수위는 위 두 방정식을 반복하여 해를 계산하여 얻을 수 있으며 계산과정은,

- (가) 상류단면의 수위를 가정(사류구간에서는 하류 단면수위 가정)
- (나) 가정수위 2에 대하여 통수능(K)과 속도수두를 구하고,
- (다) 이 값을 이용하여 S_f 를 산출한 위의 (2)식을 이용 h_e 를 구하며,
- (라) (1)식에 의한 상류단면의 수위와 (가)에서 가정한 수위가 0.003 m 이내로 수렴할 때까지 축차적으로 반복 계산한다.

단면간 가중거리 L 은 다음과 같은 식에 의해 구한다.

$$L = \frac{L_{lob} \overline{Q_{lob}} + L_{ch} \overline{Q_{ch}} + L_{rob} \overline{Q_{rob}}}{\overline{Q_{lob}} + \overline{Q_{ch}} + \overline{Q_{rob}}}$$

여기서, L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : 좌안측 고수부지, 저수로 및 우안측 고수부지 각각의 유수 도달거리(m)

$\overline{Q_{lob}}, \overline{Q_{ch}}, \overline{Q_{rob}}$: 좌안측 고수부지, 저수로 및 우안측 고수부지 각각의 단면에 흐르는 평균 유량(m³/s)

마찰경사 S_f , 통수능 K 는 다음과 같이 구한다.

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right) \text{-----} (3)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \text{-----} (4)$$

여기서, K : 통수능(m³/s)
A : 통수 단면적(m²)

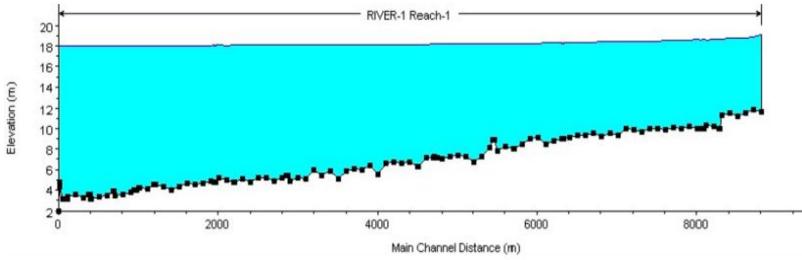
3. 분석 결과

1) 홍수시 수리수문 분석

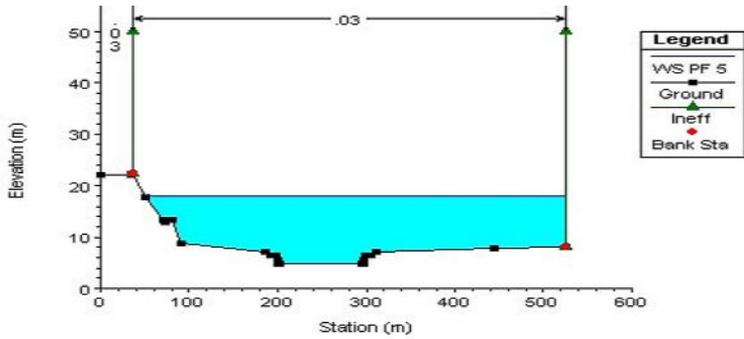
탄천의 홍수시 탄천 수중보 제거 전·후의 영향 분석을 위하여 탄천의 계획홍수량(100년 빈도)에 대한 분석을 실시하였다.

탄천의 경우 하구(No.0)부터 서울시 경계구간(NO. 88, 대곡교 상류)까지 한강의 배수영향 구간으로 탄천의 계획홍수위는 한강의 100년 빈도 홍수위인 18.01EL.m로 지정되어 있다. 탄천의 100년 빈도 홍수위 계산 결과는 한강 배수 영향을 고려한 탄천 계획홍수위(18.01EL.m)보다 1.75m 낮게 계산되었으며(16.26EL.m, 탄천보 지점 기준) 제방 계획은 계획홍수위를 기준으로 설치되므로 탄천 수중보의 제거에 의한 수위변화는 치수적인 관점에서 큰 의미가 없는 것으로 판단되었다.

탄천 수중보 제거 전·후의 수위변화는 없었으며, 수위 현황은 <그림 5-4>, <그림 5-5> 및 <표 5-6>과 같다.



<그림 5-4> 기본이론 홍수시(계획 홍수위) 탄천 수위



<그림 5-5> 홍수시 탄천 수중보 지점 수위

<표 5-6> 홍수시 탄천 수위 분석 현황

하천	측점 (No.)	거리(m)		계획 홍수량 (m ³ /s)	100년빈도 홍수위 (EL.m)	계획 홍수위 (EL.m)	기설제방고 (EL.m)		비고
		구간	누가				좌안	우안	
탄천	0	0	0	2,555	16.26	18.01	22.35	-	탄천보
	+40	40	40	"	16.26	"	21.94	22.90	청담2교
	+60	20	60	"	16.26	"	21.94	22.90	탄천1잠수교
	+80	20	80	"	16.26	"	21.94	22.90	청담교
	1	20	100	"	16.26	"	21.96	29.46	
	2	100	200	"	16.26	"	19.98	22.48	
	3	100	300	"	16.26	"	20.13	20.93	
	+62	62	362	"	16.26	"	21.47	21.47	봉은교
	4	38	400	"	16.26	"	21.38	21.28	탄천2잠수교
	5	100	500	"	16.26	"	20.80	21.10	
	6	100	600	"	16.26	"	19.61	20.91	
	+73	73	673	"	16.26	"	20.06	21.06	탄천3잠수교
	7	27	700	"	16.26	"	19.98	21.18	
	8	100	800	"	16.26	"	19.89	21.09	
	9	100	900	"	16.26	"	20.28	20.88	
	+43	43	943	"	16.26	"	22.03	21.83	삼성교
	10	57	1,000	"	16.26	"	21.96	21.36	
	11	100	1,100	"	16.27	"	20.15	21.15	
	+87	87	1,187	"	16.28	"	19.59	21.09	탄천4잠수교
	12	13	1,200	"	16.28	"	19.68	21.08	
	13	100	1,300	"	16.28	"	20.88	21.08	
	14	100	1,400	"	16.29	"	19.88	21.18	
	15	100	1,500	"	16.30	"	20.29	21.09	
16	100	1,600	"	16.31	"	19.78	21.18		
17	100	1,700	"	16.32	"	20.63	21.21		
18	100	1,800	"	16.33	"	20.92	21.40		
19	100	1,900	"	16.34	"	20.88	21.24		
+40	40	1,940	"	16.35	"	21.58	21.38	탄천2교	
20	60	2,000	"	16.35	"	20.90	21.00		
21	100	2,100	1,920	16.35	"	-	20.16	양재천합류점	
22	100	2,200	"	16.35	"	19.52	20.80		
23	100	2,300	"	16.35	"	19.60	21.30		

2) 평상시 수리수문 분석

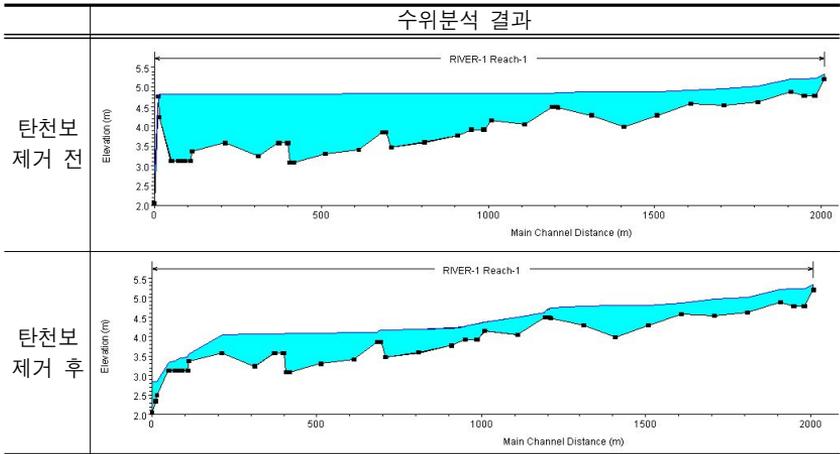
탄천 수중보 제거 전·후의 평상시 수위 변화를 알아보기 위하여 HEC-RAS 3.0을 이용하여 수위를 산정한 후 비교하였다. 모델의 유량 조건은 기본자료에서 언급한 평상시 유량인 평유량(Q_{185})으로 지정하였고, 하류단의 기점수위는 평수위를 적용하여 수위 및 유속변화를 모의하였다.

(1) 수위변화

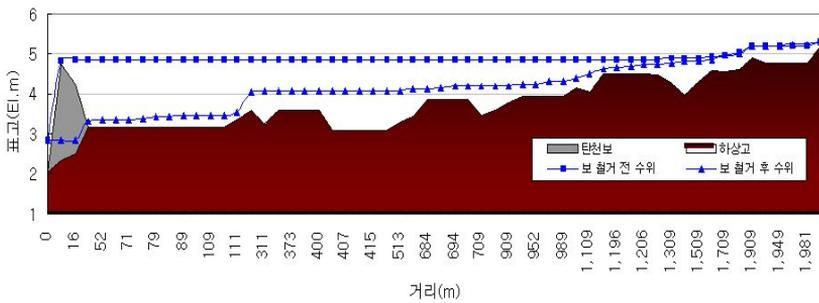
평상시 탄천 수중보 제거 전 탄천은 하구기준 상류 약 1,000m(삼성교 지점)까지 보에 의한 배수영향으로 인하여 수위가 일정하게 유지되어 갈수 시에도 수면을 조성하여 항상 하천의 유량감을 느낄 수 있다.

탄천 수중보 제거 전 평상시 수심은 삼성교 지점까지 0.9~1.69m를 유지하였으나, 탄천 수중보 제거 후 평상시 수심은 약 0.21~0.84m로 약 47~83% 정도의 수심 감소가 예상된다.

탄천 수중보 제거 전·후의 수위 변화는 <그림 5-6>, <그림 5-7> 및 <표 5-7>과 같다.



<그림 5-6> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위분석 결과



<그림 5-7> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교

<표 5-7> 평상시 탄천 수중보 제거 전·후 수위 분석 결과

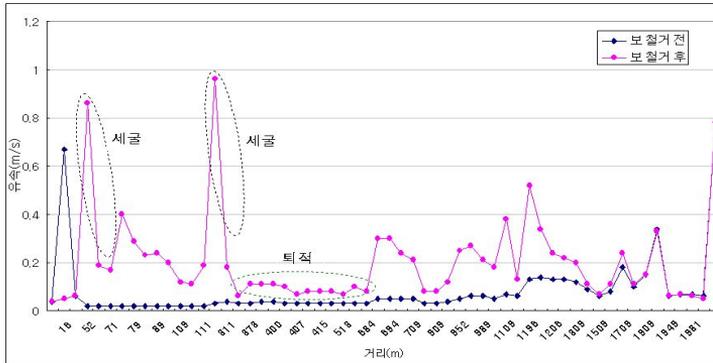
하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		평시유량 (m³/s)	하상고 (EL.m)	보 제거전		보 제거후		비 고
		구간	누가			수위 (EL.m)	수심 (m)	수위 (EL.m)	수심 (m)	
탄 천	0	0	0	3.18	2.05	2.84	0.79	2.84	0.79	한강합류점
	+11	11	11	3.18	4.55 (2.05)	4.8	0.05	2.84	0.49	탄 천 보
	+40	40	40	3.18	3.14	4.83	1.69	3.36	0.22	청담2교
	+60	20	60	3.18	3.14	4.83	1.69	3.42	0.28	탄천1잠수교
	+80	20	80	3.18	3.14	4.83	1.69	3.46	0.32	청 담 교
	1	20	100	3.18	3.36	4.83	1.69	3.46	0.32	
	2	100	200	3.18	3.36	4.83	1.69	3.57	0.21	
	3	100	300	3.18	3.23	4.83	1.6	4.07	0.84	
	+62	62	362	3.18	3.57	4.83	1.26	4.07	0.50	봉 은 교
	4	38	400	3.18	3.08	4.83	1.26	4.08	0.51	탄천2잠수교
	5	100	500	3.18	3.08	4.83	1.53	4.09	0.79	
	6	100	600	3.18	3.08	4.83	1.42	4.1	0.69	
	+73	73	673	3.18	3.41	4.83	0.97	4.12	0.26	탄천3잠수교
	7	27	700	3.18	3.48	4.83	1.35	4.19	0.71	
	8	100	800	3.18	3.59	4.83	1.24	4.2	0.61	
	9	100	900	3.18	3.78	4.83	1.05	4.21	0.43	
	+43	43	943	3.18	3.93	4.83	0.9	4.25	0.32	삼 성 교
	10	57	1,000	3.18	4.16	4.83	0.67	4.37	0.21	
	11	100	1,100	3.18	4.05	4.84	0.79	4.5	0.45	
	+87	87	1,187	3.18	4.49	4.85	0.36	4.62	0.13	탄천4잠수교
	12	13	1,200	3.18	4.48	4.85	0.37	4.73	0.25	
13	100	1,300	3.18	4.28	4.87	0.59	4.78	0.5		
14	100	1,400	3.18	3.98	4.88	0.9	4.79	0.81		
15	100	1,500	3.18	4.29	4.88	0.59	4.8	0.51		
16	100	1,600	3.18	4.58	4.91	0.33	4.86	0.28		
17	100	1,700	3.18	4.53	4.98	0.45	4.96	0.43		
18	100	1,800	3.18	4.62	5.02	0.4	5.01	0.39		
19	100	1,900	3.18	4.88	5.19	0.31	5.19	0.31		
+40	40	1,940	3.18	4.78	5.21	0.43	5.21	0.43	탄천2교	
20	60	2,000	3.18	5.20	5.32	0.12	5.32	0.12		
21	100	2,100	3.18	5.30	5.42	0.12	5.42	0.12	양재천합류점	

(2) 유속 변화

탄천 수중보 제거 전 하구기준 상류 약 1,000m(삼성교지점)까지 평상시 유속은 약 0.03m/s로 분석되었다. 유속이 낮은 이유는 보에 의한 유수의 차단으로 유속이 급격히 감소되었기 때문이며, 이로 인하여 탄천 수중보 상류부에 토사의 퇴적문제가 발생한다.

탄천 수중보 제거 후는 유수의 흐름이 원활하여 평상시 유속은 제거 전에 비하여 전반적으로 증가하는 것으로 분석되었다. 특히 탄천 수중보 상류부 삼성교지점까지는 유속이 크게 증가하여 보 상류부의 토사 퇴적은 감소 될 것으로 예상되었다. 탄천 수중보 제거 전·후의 유속변화는 <그림 5-8> 및 <표 5-8>과 같다.

하천에서 세굴 및 퇴적은 홍수시에 주로 발생하나 보 제거로 인하여 지점별 유속의 변화가 크게 나타나므로 유속이 증가 한 지점에서는 세굴의 양상이 발생하고, 유속이 감소하는 지점에서는 퇴적의 양상이 나타날 수 있을 것으로 예상된다. 추후 수리모형 실험, 하상재질조사 등을 수행하여 세굴 및 퇴적 영향 검토 실시하고, 이에 따른 여울과 모래톱 등이 형성 가능성을 검토해야 할 것이다.



<그림 5-8> 평산시 탄천 수중보 제거 전·후 유속변화

<표 5-8> 평산시 탄천 수중보 제거 전·후 유속 분석 결과

하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		평시유량 (m ³ /s)	하상고 (EL.m)	보 제거전 유속(m/s)	보 제거후 유속(m/s)	비 고
		구간	누가					
탄 천	0	0	0	3.18	2.05	0.04	0.04	한강합류점
	+11	11	11	3.18	4.55 (2.05)	0.67	0.07	탄 천 보
	+40	40	40	3.18	3.14	0.02	0.86	청담2교
	+60	20	60	3.18	3.14	0.02	0.19	탄천1잠수교
	+80	20	80	3.18	3.14	0.02	0.24	청 담 교
	1	20	100	3.18	3.36	0.02	0.11	
	2	100	200	3.18	3.36	0.04	0.96	
	3	100	300	3.18	3.23	0.03	0.06	
	+62	62	362	3.18	3.57	0.03	0.11	봉 은 교
	4	38	400	3.18	3.08	0.03	0.10	탄천2잠수교
	5	100	500	3.18	3.08	0.03	0.10	
	6	100	600	3.18	3.08	0.03	0.08	
	+73	73	673	3.18	3.41	0.05	0.30	탄천3잠수교
	7	27	700	3.18	3.48	0.03	0.08	
	8	100	800	3.18	3.59	0.03	0.08	
	9	100	900	3.18	3.78	0.04	0.12	
	+43	43	943	3.18	3.93	0.05	0.25	삼 성 교
	10	57	1,000	3.18	4.16	0.07	0.38	
11	100	1,100	3.18	4.05	0.06	0.13		

<표 5-8> 평산시 탄천 수중보 제거 전·후 유속 분석 결과(계속)

하 천	측 점 (No.)	거 리		평시유량 (m ³ /s)	하상고 (EL.m)	보 제거전 유속(m/s)	보 제거후 유속(m/s)	비 고
		구간	누가					
탄 천	+87	87	1,187	3.18	4.49	0.13	0.52	탄천4잠수교
	12	13	1,200	3.18	4.48	0.12	0.20	
	13	100	1,300	3.18	4.28	0.09	0.11	
	14	100	1,400	3.18	3.98	0.06	0.07	
	15	100	1,500	3.18	4.29	0.08	0.11	
	16	100	1,600	3.18	4.58	0.18	0.24	
	17	100	1,700	3.18	4.53	0.10	0.11	
	18	100	1,800	3.18	4.62	0.15	0.15	
	19	100	1,900	3.18	4.88	0.34	0.33	
	+40	40	1,940	3.18	4.78	0.07	0.07	탄천2교
20	60	2,000	3.18	5.20	0.78	0.78		
21	100	2,100	3.18	5.30	0.78	0.78	양재천합류점	

3) 갈수시 수리수문 분석

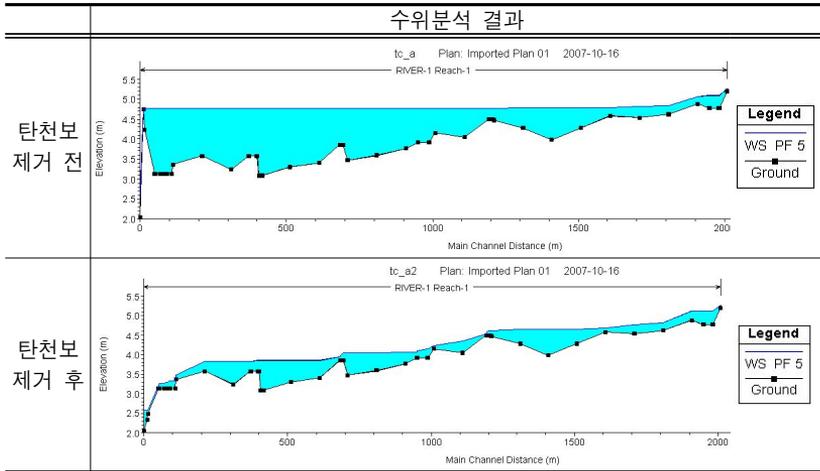
탄천 수중보 제거 전·후의 갈수시 수위 변화는 유량 조건을 기본자료에서 언급한 갈수시 유량인 갈수량(Q_{355})으로 지정하였고, 하류단의 기점수위는 갈수위를 적용하여 수위 및 유속변화를 모의하였다.

(1) 수위 변화

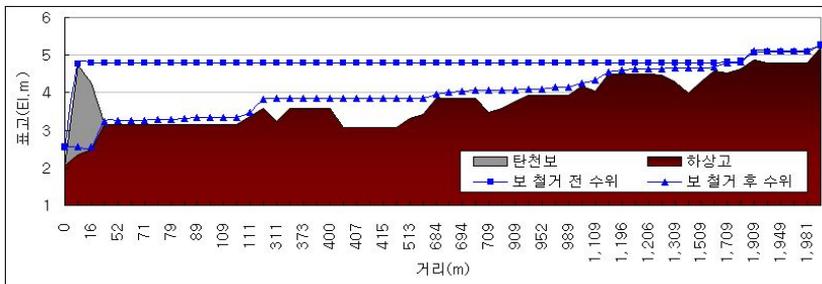
갈수시 탄천 수중보 제거 전은 평산시 경우와 마찬가지로 하구기준 상류 약 1,000m(삼성교지점)까지 보에 의한 배수영향으로 인하여 수위가 일정하게 유지되었다.

갈수시 탄천 수중보 제거 전 수심은 삼성교 지점까지 0.85~1.69m를 유지하였으나, 탄천 수중보 제거 후 수심은 약 0.09~0.61m로 약 63~89% 정도의 수위감소가 예상되었다.

갈수시 탄천 수중보 제거 전·후의 수위 변화는 <그림 5-9>, <그림 5-10>, <표 5-9>와 같다.



<그림 5-9> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위분석 결과



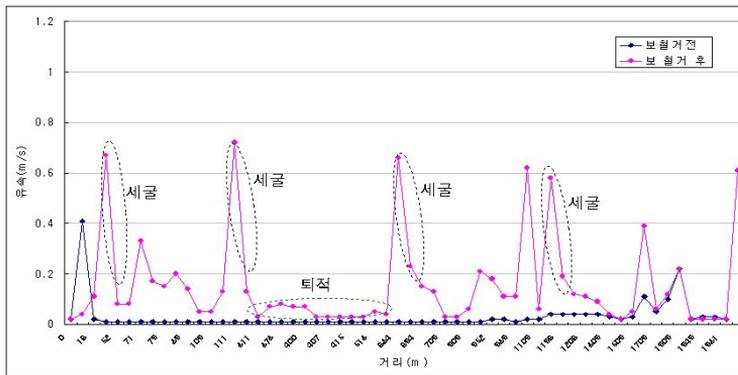
<그림 5-10> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교

<표 5-9> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위 분석 결과

하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		평시 유량 (m ³ /s)	하상고 (EL.m)	보 제거전		보 제거후		비 고
		구간	누가			수위 (EL.m)	수심 (m)	수위 (EL.m)	수심 (m)	
탄 천	0	0	0	3.18	2.05	2.57	0.52	2.57	0.52	한강합류점
	+11	11	11	3.18	4.55 (2.05)	4.77	0.02	2.57	0.22	탄 천 보
	+40	40	40	3.18	3.14	4.78	1.64	3.23	0.09	청담2교
	+60	20	60	3.18	3.14	4.78	1.64	3.25	0.11	탄천1잠수교
	+80	20	80	3.18	3.14	4.78	1.64	3.3	0.16	청 담 교
	1	20	100	3.18	3.36	4.78	1.64	3.33	0.19	
	2	100	200	3.18	3.36	4.78	1.20	3.83	0.25	
	3	100	300	3.18	3.23	4.78	1.55	3.84	0.61	
	+62	62	362	3.18	3.57	4.78	1.21	3.84	0.27	봉 은 교
	4	38	400	3.18	3.08	4.78	1.21	3.85	0.28	탄천2잠수교
	5	100	500	3.18	3.08	4.78	1.48	3.86	0.56	
	6	100	600	3.18	3.08	4.78	1.37	3.86	0.45	
	+73	73	673	3.18	3.41	4.78	0.92	3.95	0.09	탄천3잠수교
	7	27	700	3.18	3.48	4.78	1.30	4.06	0.58	
	8	100	800	3.18	3.59	4.78	1.19	4.06	0.47	
	9	100	900	3.18	3.78	4.78	1.00	4.06	0.28	
	+43	43	943	3.18	3.93	4.78	0.85	4.08	0.15	삼 성 교
	10	57	1,000	3.18	4.16	4.78	0.62	4.24	0.08	
	11	100	1,100	3.18	4.05	4.78	0.73	4.34	0.29	
	+87	87	1,187	3.18	4.49	4.78	0.29	4.54	0.05	탄천4잠수교
	12	13	1,200	3.18	4.48	4.78	0.30	4.64	0.16	
	13	100	1,300	3.18	4.28	4.79	0.51	4.65	0.37	
	14	100	1,400	3.18	3.98	4.79	0.81	4.65	0.67	
	15	100	1,500	3.18	4.29	4.79	0.50	4.66	0.37	
	16	100	1,600	3.18	4.58	4.79	0.21	4.68	0.10	
17	100	1,700	3.18	4.53	4.82	0.29	4.78	0.25		
18	100	1,800	3.18	4.62	4.85	0.23	4.82	0.20		
19	100	1,900	3.18	4.88	5.07	0.19	5.11	0.23		
+40	40	1,940	3.18	4.78	5.09	0.31	5.11	0.33	탄천2교	
20	60	2,000	3.18	5.20	5.27	0.07	5.27	0.07		
21	100	2,100	3.18	5.30					양재천합류점	

(2) 유속 변화

탄천 수중보 제거 후 갈수시의 유속은 평상시 경우와 마찬가지로 유수의 흐름이 원활하여 제거 전에 비하여 전반적으로 증가하는 것으로 분석되었다. 특히 갈수시 지점별 유속의 변화는 감소된 수심으로 인하여 평상시에 비하여 더욱 증가하였다. 탄천 수중보 제거 전·후의 유속변화는 <그림 5-11>와 <표 5-10>과 같다.



<표 5-10> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 유속 분석 결과

하 천	측 점 (No.)	거 리(m)		평시유량 (m ³ /s)	하상고 (EL.m)	보 제거전 유속(m/s)	보 제거후 유속(m/s)	비 고
		구간	누가					
탄 천	0	0	0	3.18	2.05	0.02	0.02	한강합류점
	+11	11	11	3.18	4.55 (2.05)	0.41	0.04	탄 천 보
	+40	40	40	3.18	3.14	0.01	0.67	청담2교
	+60	20	60	3.18	3.14	0.01	0.08	탄천1잠수교
	+80	20	80	3.18	3.14	0.01	0.20	청 담 교
	1	20	100	3.18	3.36	0.01	0.05	
	2	100	200	3.18	3.36	0.01	0.13	
	3	100	300	3.18	3.23	0.01	0.03	
	+62	62	362	3.18	3.57	0.01	0.07	봉 은 교
	4	38	400	3.18	3.08	0.01	0.07	탄천2잠수교
	5	100	500	3.18	3.08	0.01	0.05	
	6	100	600	3.18	3.08	0.01	0.04	
	+73	73	673	3.18	3.41	0.01	0.66	탄천3잠수교
	7	27	700	3.18	3.48	0.01	0.03	
	8	100	800	3.18	3.59	0.01	0.03	
	9	100	900	3.18	3.78	0.01	0.06	
	+43	43	943	3.18	3.93	0.01	0.21	삼 성 교
	10	57	1,000	3.18	4.16	0.02	0.62	
	11	100	1,100	3.18	4.05	0.02	0.06	
	+87	87	1,187	3.18	4.49	0.04	0.58	탄천4잠수교
	12	13	1,200	3.18	4.48	0.04	0.09	
	13	100	1,300	3.18	4.28	0.03	0.04	
	14	100	1,400	3.18	3.98	0.02	0.02	
	15	100	1,500	3.18	4.29	0.03	0.05	
	16	100	1,600	3.18	4.58	0.11	0.39	
	17	100	1,700	3.18	4.53	0.05	0.06	
	18	100	1,800	3.18	4.62	0.10	0.12	
19	100	1,900	3.18	4.88	0.49	0.22		
+40	40	1,940	3.18	4.78	0.03	0.02	탄천2교	
20	60	2,000	3.18	5.20	0.61	0.61		
21	100	2,100	3.18	5.30	0.78	0.78	양재천합류점	

4. 종합

탄천 수중보 제거 전·후 홍수시와 평상시 수리 수문 분석 결과를 살펴 보면 계획홍수량을 적용한 홍수시는 탄천 수중보가 한강 배수 영향 구간에 위치하여 탄천 수중보의 제거에 의한 수위변화는 치수적인 관점에서는 큰 의미가 없는 것으로 판단된다.

평수량을 적용한 평상시 분석결과 탄천 수중보 제거 후 탄천은 약 0.21~0.84m의 수심을 유지하며, 약 47~83%정도의 수심 감소가 예상되고, 유속은 전반적으로 증가할 것으로 예상되었다. 갈수량을 적용한 갈수시 분석결과 탄천 수중보 제거 후 탄천은 약 0.09~0.61m의 수심을 유지하며, 약 63~89%정도의 수심 감소가 예상되고, 유속은 전반적으로 증가할 것으로 예상되었다.

특히 평상시 및 갈수시의 유속의 증가로 인하여 수중보 상류부의 토사 퇴적은 감소 될 것으로 예상되며, 지점별 유속변화로 하상의 변화가 예상된다. 따라서, 추후 수리 모형실험 등을 통하여 탄천 수중보 제거에 따른 하상의 세굴 및 퇴적 영향 검토가 필요할 것으로 판단된다.

제2절 탄천하류의 수질모델링에 의한 분석

1. 개요

탄천의 수질모델링은 Qual2E를 이용하였으며, 탄천의 수리·수문 모식도로서 유입하천의 위치 등은 <그림 5-12>에 나타내었다. 상류경계로는 유량측정지점인 대곡교를 기점으로 하여 3개 유입지천과 탄천물재생센터(하수처리장)와 하류 경계로는 한강본류와 만나는 지점으로 한 8.8km 구간을 4개 대구간(Reach)으로 구분하였고, 각 소구간(element)의 간격은 0.4km

로 시스템을 구성하였다. <표 5-11>과 <표 5-12>는 탄천하류의 수리계수와 탄천모델링의 반응계수를 나타낸 것이다.



<그림 5-12> 탄천의 모식도

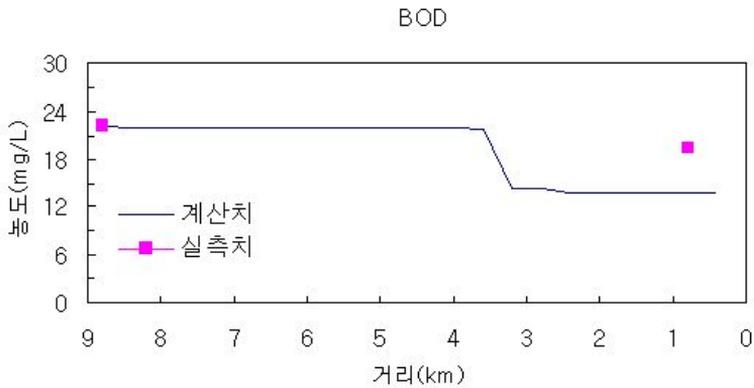
<표 5-11> 탄천의 수리계수

	속도계수(a)	속도지수(b)	깊이계수(α)	수심지수(β)	manning coefficient
Reach 1	0.0908	0.4187	0.2283	0.4492	0.03
Reach 2	0.2422	0.3080	0.1767	0.4886	0.03
Reach 3	0.2838	0.2146	0.1913	0.5134	0.03
Reach 4	0.1803	0.2415	0.1758	0.5400	0.03

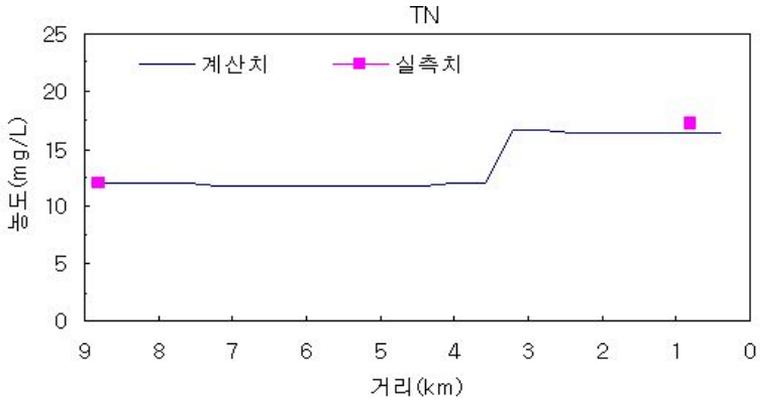
<표 5-12> 탄천 모델링의 반응계수

	BOD 분해율	BOD 침전율	SOD	Org-N 가수분해	Org-N 침전율	NH ₄ ⁺ -N 산화율	NH ₄ ⁺ -N 하상용출	Org-P 침전율	용존P 하상용출
Reach 1	0.05	0.05	0.0	0.1	0.01	0.1	0.0	0.1	0.0
Reach 2	0.05	0.05	0.0	0.1	0.01	0.1	0.0	0.1	0.0
Reach 3	0.05	0.05	0.0	0.1	0.01	0.1	0.0	0.1	0.0
Reach 4	0.05	0.05	0.0	0.1	0.01	0.1	0.0	0.1	0.0

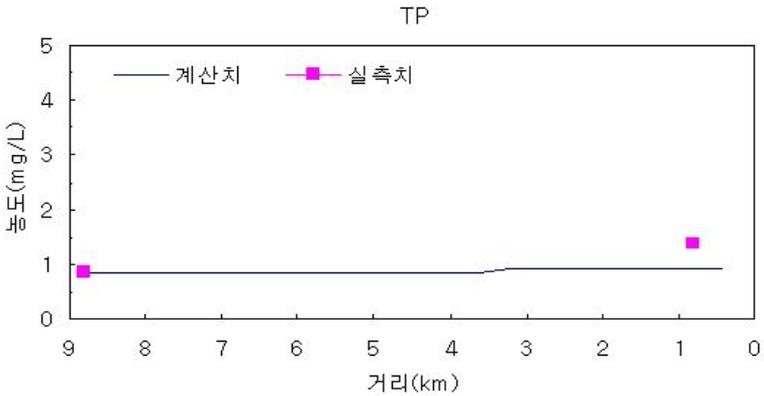
<그림 5-13>~<그림 5-15>는 모델의 보정과정을 통해 얻은 실측치와 계산치의 관계를 BOD, T-N, 및 T-P항목에 대하여 나타낸 것이며, 현재 수질이 만족한 것으로 평가된다. 2006년 탄천의 수질은 탄천물재생센터의 방류수 유입지점에서 BOD의 농도는 낮아지고 T-N의 농도는 증가하는 것으로 나타났다.



<그림 5-13> 탄천의 BOD 실측치와 계산치 비교

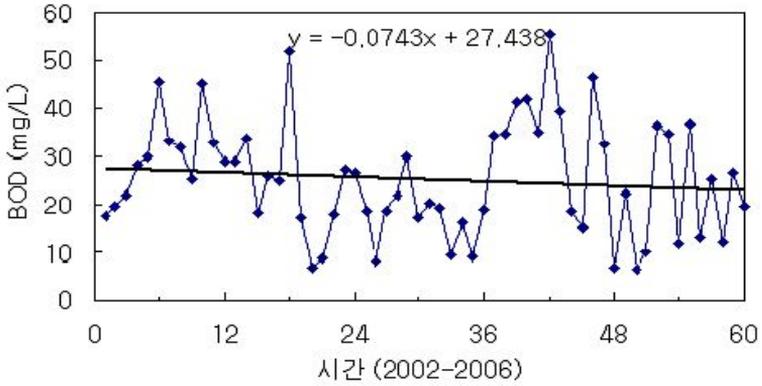


<그림 5-14> 탄천의 T-N 실측치와 계산치 비교

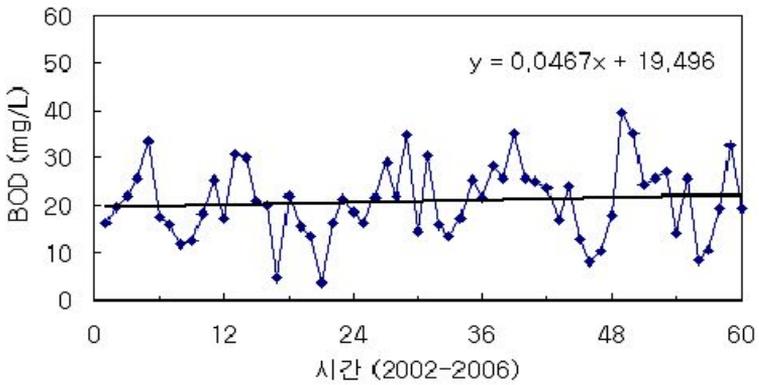


<그림 5-15> 탄천의 T-P 실측치와 계산치 비교

<그림 5-16, 17>을 보면 환경부 수질측정지점인 탄천4지점에서는 2002년부터 2006년까지 5년간 계속해서 수질이 개선되고 있으나 탄천5지점에서는 수질이 악화되는 것으로 나타났다.



<그림 5-16> 탄천4지점의 BOD변화



<그림 5-17> 탄천5지점의 BOD변화

2. 수질예측

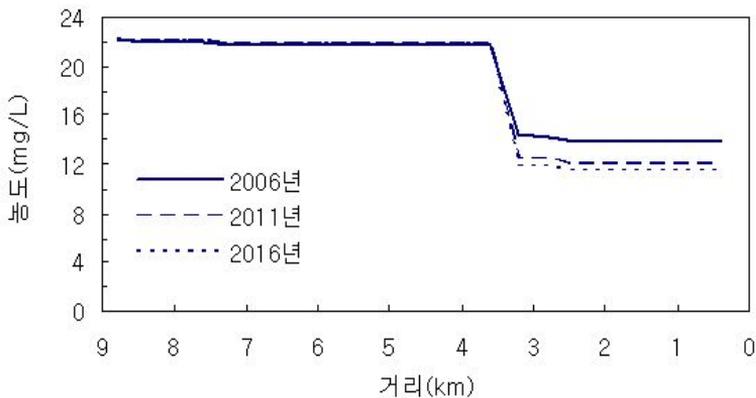
탄천의 탄천물재생센터는 앞절의 <표 2-14>와 같이 단계적으로 고도 처리화되어 탄천하류의 수질을 개선시킬 것으로 가정하였다. 또한 탄천의 서울시 경계 바로 상류에는 성남하수처리장이 있으며 탄천의 상류부에는

용인시의 2008년 12월에 완공되는 수지레스피아가 있다.

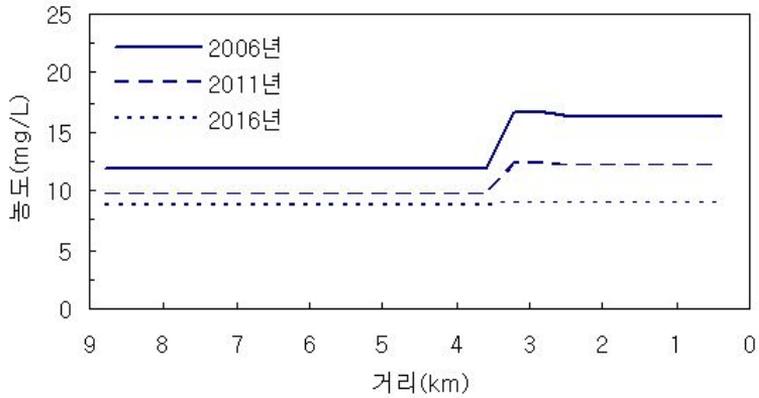
성남하수처리장은 시설용량 435,000m³/일중 현재 40,000m³/일을 고도처리 하고 있으며 2008년 4월까지 220,000m³/일, 2011년 말까지 100%로 고도처리 할 계획으로 있으며 용인시의 곧 완공될 시설용량 110,000m³/일의 수지 레스피아는 고도처리공법으로 시공되었다.

탄천의 수질을 예측하기 위하여 탄천의 서울시 경계 상류의 수질은 하 수처리장 방류수 수질기준 강화에 따라 개선될 것으로 가정하였다. 고도처 리에 따라 방류수의 T-N, T-P 농도가 각각 27%와 21% 개선될 것이며 고도처리 공사 일정에 따라 탄천의 수질이 개선될 것으로 가정하여 수질을 예측한 결과는 <그림 5-18>~<그림 5-20>와 같다.

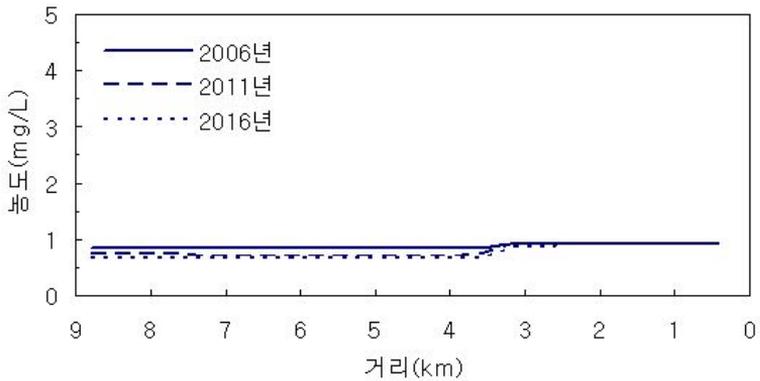
2011년과 2016년에 탄천수계의 수지레스피아, 성남하수처리장, 탄천물 재생센터의 고도처리 방류수가 유입되면 2011년과 2016년의 BOD의 농도는 2006년에 비해 2~4mg/L의 개선되나 획기적인 개선효과는 없으며, T-P도 약간 개선되는 것으로 분석되고 있다. 다만 T-N의 농도는 전체적으로 크 게 개선되는 것으로 나타났다.



<그림 5-18> 탄천의 장래 BOD 수질 예측



<그림 5-19> 탄천의 장래 T-N 수질 예측



<그림 5-20> 탄천의 장래 T-P 수질 예측

3. 분석 결과

탄천하류의 수질모델링 분석 결과 하류 3Km 이후에는 탄천하수처리장 방류수 수질보다 개선되는 것으로 모의 분석되고 있다. 현재 수질분석결과

봄철 수질(부영양화에 의한 수질 악화 현상 발생)을 제외하고는 비슷한 추세를 보이고 있다고 판단된다. 그러나 탄천하류의 수질악화 원인인 봄철의 갈수기에 부영양화현상을 반영하지 못하고 있는 한계가 있다. 이 경우 조류의 발생현상을 모의할 수 있는 모델을 이용하여야 할 것이다. 고도처리에 따라 방류수의 T-N, T-P 농도가 각각 27%와 21% 개선될 것이므로 2016년에는 T-N, T-P는 탄천 전 구간에서 거의 같은 농도를 보이는 것으로 분석되고 있다.

제VI장 탄천 수질개선 방안

제1절 탄천하류의 수질악화 원인 종합 분석

제2절 탄천의 수질개선 방안

제1절 탄천하류 수질악화 원인의 종합분석

일반적으로 서울시계의 지천은 상류수역에서 대규모 공동주택 등의 개발이 진행되고 있고, 하수도시설이 완비되지 않아 미처리하수가 하천으로 무단 유입되어 상류수역의 수질오염이 심하다. 그리고 이 오염된 하천수가 하류로 내려가면서 자정작용 등에 의해 수질이 개선되는 경향을 보이고 있다. 탄천의 경우에도 최상류(용인시 죽전지점)에서 그러한 경향을 보이고 있으며, 분당을 지나면서 수질이 크게 개선되고 있다. 그리고 한강과 합류수역(삼성동 지점)은 수질이 다시 악화되고 있는 실정이다.

탄천하류의 수질은 이 연구의 실측조사결과 BOD 경우 5월조사시 17.0~20.0 mg/L로 매우 높게 나타나고 있으나 그 외 조사(4월, 7월, 8월, 10월)시에는 5.0~14.5mg/L 타 조사연구자료와 비슷하게 나타나고 있다. 즉 강남구 조사(2004년~2006년)와 비슷한 수질(10~12mg/L) 범위로 나타나고 있으며, 현재 탄천하류수역의 수질이 탄천과 성남하수처리장 방류수 수준으로 나타나고 있다.

그러나 2002년 이후 환경부 자료와 이 연구의 봄철(5월) 조사는 탄천하류의 수질이 비교적 높게(BOD 20mg/L 상회) 나타나고 있다. 이러한 탄천하류의 수질악화 원인은 다음과 같다.

1. 탄천의 적은 하천수량 (탄천 및 성남 하수처리 방류수의 유입 전까지 하천수량이 적음)

탄천은 상·중류부인 용인시와 성남시를 지나 하류부인 서울시 수역을 관통한다. 용인시와 성남시계 구간은 하수발생량이 하천으로 유입되지 않는 분류하수관로지역이거나 하천변 차수관로 지역이다. 그리고 탄천은 지표수가 하천으로 모아지면서 내려가는 자연하천이 아니고, 도시하천으로 변모한 하천이다. 다시 말해서 중류수역에 위치하는 성남하수처리장과 탄천하수처리장의 방류수가 유입되기 전까지 탄천은 적은 양의 하천수가 흘러가는 도시하천이다.

탄천 유량(2004년 12월, 2005년 3월)은 하수처리 방류수 유입전(세곡천 합류후)에 1.0m³/sec(86,400m³/일)~1.76m³/sec(101,088m³/일)로 조사되고 있다<표 6-1>. 하천의 평균수심이 50cm 수준이다.

<표 6-1> 탄천 구간별 유량

구간	수면폭 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/sec)	유량 (m ³ /sec)	
방아교	12월	29.70	0.308	0.097	1.0067
	3월	31.10	0.533	0.064	1.2138
여수대교	12월	55.30	0.494	0.057	1.7604
	3월	53.90	0.620	0.047	1.7157
세곡천 합류후	3월	45.50	0.486	0.058	1.3781
성남 대곡교	12월	45.20	0.852	0.207	8.4000
	3월	45.00	0.848	0.166	6.4900

*2004년 12월, 2005년 3월 자료임.

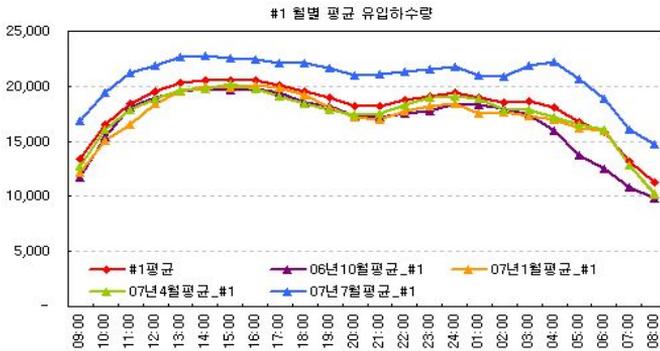
*자료 : 탄천종합기본계획, 2005, 성남시

2. 탄천 및 성남하수처리장의 방류수

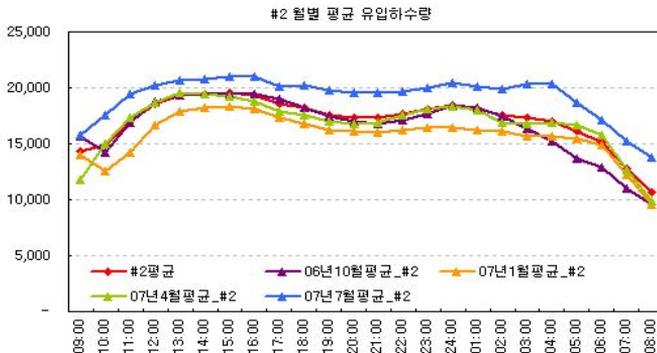
1) 탄천 유량에 비해 매우 많은 탄천 및 성남 하수처리장 방류수량

(1) 탄천하수처리장 방류수량

탄천하수처리장은 총 시설용량이 1,100,000톤/일이며 #1처리장에서 600,000톤/일, #2처리장에서 500,000톤/일을 처리하고 있다. <그림 6-1, 2>는 탄천하수처리장의 시간대별 하수유입량을 나타낸 것이다. 1일 유입하수량을 시간대별로 살펴보면 오전 9시부터 증가하여 오후 1시경에는 최고치에 도달하며, 저녁 8시경에 최소량을 보이다가 이후 새벽 2시에 다시 증가하는 경향을 보였다. 그리고 오전 4시부터 아침 8시까지의 하수유입량이 크게 떨어지는 것으로 나타나고 있다.



<그림 6-1> 탄천하수처리장 시간별 유입하수량(1처리장)



<그림 6-2> 탄천하수처리장 시간별 유입하수량(2처리장)

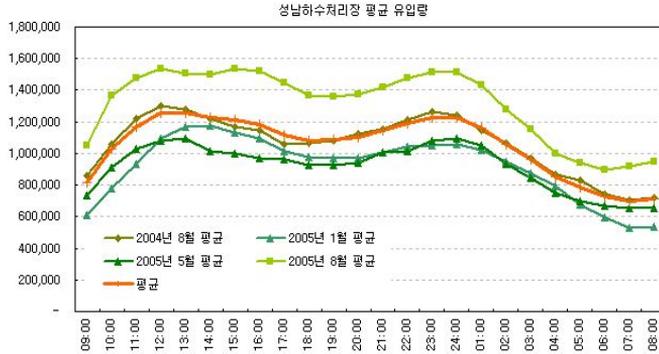
(2) 성남하수처리장 방류수량

성남하수처리장은 총 시설용량이 435,000톤/일이며 #1처리장에서 220,000톤/일, #2처리장에서 215,000톤/일을 처리하고 있다. #1처리장은 성남시에서 들어오는 하수를 처리하고 있으며, #2처리장은 분당지역에서 들어오는 하수를 처리하고 있다.

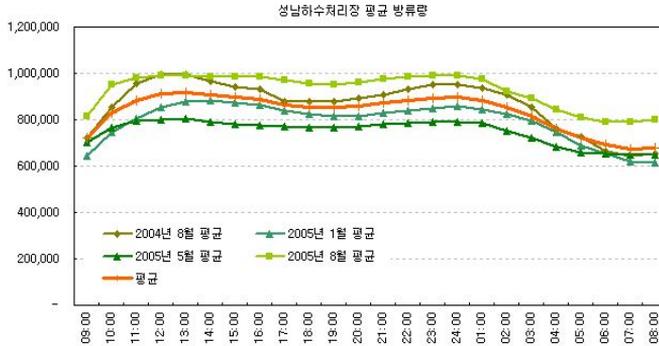
<그림 6-3, 4>는 성남하수처리장의 시간대별 하수 유입량과 방류량을 나타낸 것이다. 1일 평균 방류량을 시간대별로 살펴보면 낮 12시에서 오후 3시 사이에 최대방류량을 보이고 있으며, 밤 12시에서 1시 사이에 다시 방류량이 최대로 된다. 즉 최대 방류량이 가구의 수도물 사용이 많아지는 아침과 저녁에 최대 방류량을 보이고 있는 것이다.

현재 탄천 및 성남 하수처리장이 시설용량의 100%에 달하는 가동율을 보이고 있어 유입 하수량이 많거나 비가 오면 처리 없이 무단방류해야 한다. 이에 따라 최강우시 탄천 하류의 수질은 크게 악화되는 것으로 분석된다.

또한 1일 탄천 및 성남하수처리 방류수량은 $17.8\text{m}^3/\text{sec}$ (1,535,000 $\text{m}^3/\text{일}$)인데, 하천수량은 $1.38\text{m}^3/\text{sec}$ 이다. 하수처리방류량이 하천수량보다 12.9배 많다. 즉 하수처리방류량이 유입되는 수역부터는 거의 하수처리장 방류수질에 좌우되고 있음을 알 수 있다.



<그림 6-3> 성남하수처리장 시간별 유입하수량(1처리장)



<그림 6-4> 성남하수처리장 시간별 방류량(1처리장)

2) 비교적 수질이 나쁜 탄천 및 성남 하수처리장 방류수

(1) 탄천하수처리장 방류수질

탄천하수처리장 방류수질은 BOD의 경우 9.4mg/L~13.0mg/L로 나타나서 탄천하류의 수질악화에 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 또한 T-N은 16.125mg/L~20.439mg/L로, T-P는 0.832mg/L~1.503mg/L로 나타나고 있다

<표 6-2, 그림 6-5~7>. 이 방류수의 T-N, T-P는 정제된 탄천하류 수질에 부영양화의 영양물질로 작용하여 봄, 가을철에는 BOD 수질이 높아지는 원인으로 작용하고 있다.

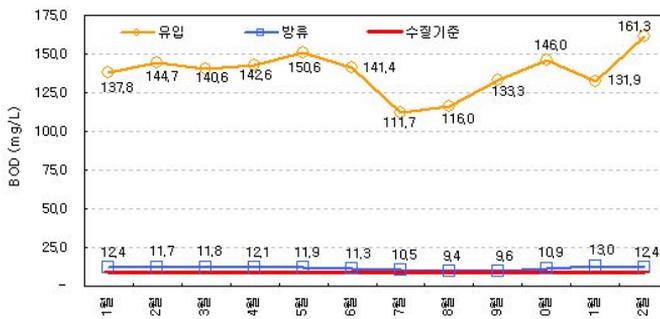
<표 6-2> 탄천하수처리장 유입 및 방류 수질

(단위 : mg/L)

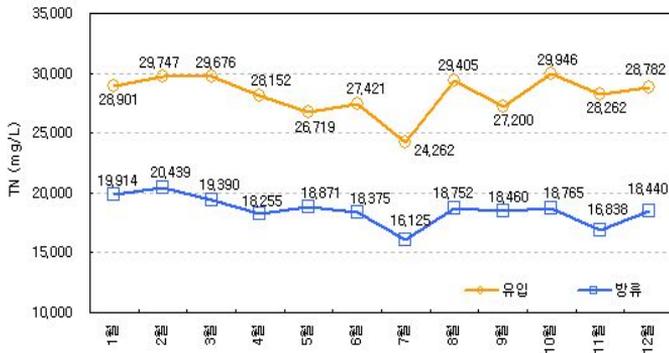
구 분	유입			방류			탄천 수질기준(BOD) : '나뭇'(V 등급)
	BOD	TN	TP	BOD	TN	TP	
1월	137.8	28.901	3.473	12.4	19.914	1.503	6.0~8.5
2월	144.7	29.747	3.427	11.7	20.439	1.199	6.0~8.5
3월	140.6	29.676	3.441	11.8	19.390	1.314	6.0~8.5
4월	142.6	28.152	3.480	12.1	18.255	1.036	6.0~8.5
5월	150.6	26.719	3.526	11.9	18.871	1.035	6.0~8.5
6월	141.4	27.421	3.674	11.3	18.375	0.880	6.0~8.5
7월	111.7	24.262	2.853	10.5	16.125	0.832	6.0~8.5
8월	116.0	29.405	3.021	9.4	18.752	1.010	6.0~8.5
9월	133.3	27.200	3.456	9.6	18.460	0.914	6.0~8.5
10월	146.0	29.946	3.604	10.9	18.765	0.952	6.0~8.5
11월	131.9	28.262	3.472	13.0	16.838	1.243	6.0~8.5
12월	161.3	28.782	3.628	12.4	18.440	1.329	6.0~8.5
평균	138.2	28.206	3.421	11.4	18.552	1.104	

*내용은 1월~7월은 2007년 자료, 8월~12월은 2006년 자료임.

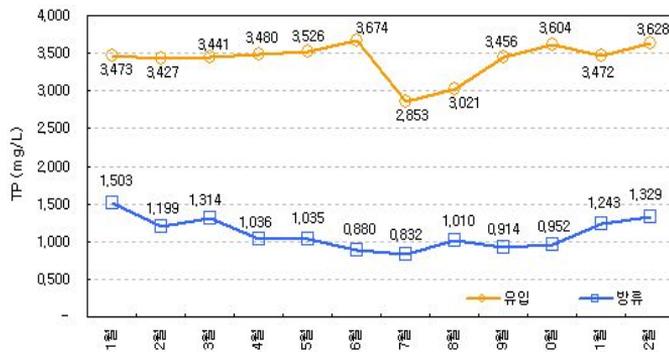
*자료 : (주)탄천환경 내부자료



<그림 6-5> 탄천하수처리장 유입 및 방류 BOD



<그림 6-6> 탄천하수처리장 유입 및 방류 T-N



<그림 6-7> 탄천하수처리장 유입 및 방류 T-P

(2) 성남하수처리장 방류수질

성남하수처리장 방류수질은 BOD의 경우 8.6mg/L~14.8mg/L이다. 또한 T-N은 11.332mg/L~22.438mg/L로, T-P는 0.723mg/L~2.637mg/L로 나타나서 비교적 높은 수질을 보이고 있다<표 6-3, 그림 6-8~10>.

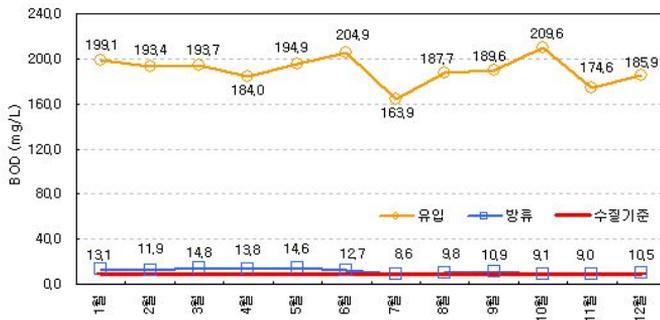
<표 6-3> 성남하수처리장 유입 및 방류 수질

(단위 : mg/L)

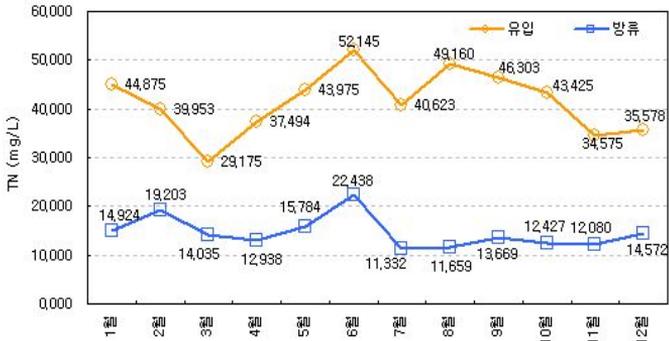
구 분	유입			방류			탄천 수질기준(BOD) : '나뭇'(V 등급)
	BOD	TN	TP	BOD	TN	TP	
1월	199.1	44.875	4.628	13.1	14.924	1.540	6.0~8.5
2월	193.4	39.953	5.539	11.9	19.203	1.758	6.0~8.5
3월	193.7	29.175	5.988	14.8	14.035	1.773	6.0~8.5
4월	184.0	37.494	5.161	13.8	12.938	1.478	6.0~8.5
5월	194.9	43.975	5.532	14.6	15.784	1.715	6.0~8.5
6월	204.9	52.145	5.258	12.7	22.438	1.726	6.0~8.5
7월	163.9	40.623	4.604	8.6	11.332	1.428	6.0~8.5
8월	187.7	49.160	6.813	9.8	11.659	2.637	6.0~8.5
9월	189.6	46.303	6.899	10.9	13.669	1.118	6.0~8.5
10월	209.6	43.425	5.499	9.1	12.427	1.221	6.0~8.5
11월	174.6	34.575	4.223	9.0	12.080	1.109	6.0~8.5
12월	185.9	35.578	4.588	10.5	14.572	0.723	6.0~8.5
평균	190.1	41.440	5.394	11.5	14.588	1.519	

*내용은 2006년 자료임.

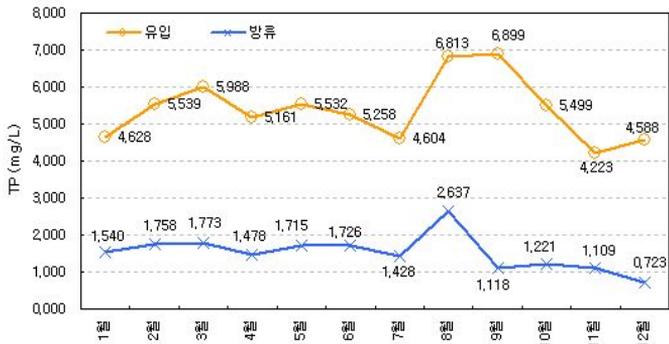
*자료 : 성남하수처리장 내부자료



<그림 6-8> 성남하수처리장 유입 및 방류 BOD



<그림 6-9> 성남하수처리장 유입 및 방류 T-N



<그림 6-10> 성남하수처리장 유입 및 방류 T-P

(3) 하수처리장 방류구 인근의 T-N, T-P 농도

탄천 및 성남 하수처리장 방류구의 인근 T-N, T-P의 농도를 보면 탄천의 영양염류가 높음을 더 확실하게 알 수 있다. 세곡천 합류(하수처리장 방류전 지점임)의 T-N, T-P 농도는 각각 5.856mg/L, 0.606mg/L이었는데, 성남하수처리장 방류수가 유입된 후(대곡교 좌, 우지점)에는 9.204mg/L~

9.324mg/L과 1.122~1.366mg/L으로 크게 증가하였다. 또한 탄천하수처리장이 유입된 후(탄천1교 지점)에는 각각 20.049mg/L와 0.695mg/L로 나타나서 하수처리장의 방류수질에 의해 탄천의 부영양화 물질이 매우 높은 상태임을 알 수 있다<표 6-4, 5>.

<표 6-4> 하수처리장 방류구 인근 T-N농도

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
세곡천합류	-	5.136	3.840	7.536	8.160	4.608	5.856	7.536	3.840
대곡교(우)	13.248	11.760	6.216	7.104	7.152	10.464	9.324	13.248	6.216
대곡교(좌)	10.752	10.704	6.120	7.056	8.352	12.240	9.204	10.752	6.120
탄천1교	21.408	22.656	19.056	17.376	18.912	20.880	20.049	22.656	17.376

<표 6-5> 하수처리장 방류구 인근 T-P농도

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
세곡천합류	-	0.540	0.200	0.288	1.464	0.536	0.606	0.540	0.200
대곡교(우)	1.356	1.596	1.280	1.195	1.464	1.304	1.366	1.596	1.195
대곡교(좌)	1.452	1.368	0.592	1.037	1.056	1.224	1.122	1.452	0.592
탄천1교	0.804	0.672	1.200	0.370	0.468	0.656	0.695	1.200	0.370

3. 초기강우 월류수에 의한 탄천수질오염 심화

도로에 쌓인 비점오염물질(타이어가루, 먼지, 하수도 찌꺼기, 쓰레기)이 강우시 빗물에 씻겨 하천 우수 토질을 월류하여 하천에 유입되면 하천의 수질을 크게 오염시킨다. 초기강우에 의한 월류수와 함께 오염물이 하천에 유입되면 DO가 급격히 감소하고, 부유물질에 의한 하천의 수질이 악화된다. 특히 탄천하류와 같이 탄천보에 의해 정체된 구역에서는 그 영향이 더욱 크게 나타난다.

<그림 6-11>은 초기강우에 의한 하천의 수질오염 현황을 사진으로 나타낸 것이다. 오염 빗물과 비교하였을 때, 초기강우의 오염농도가 얼마나 심각한지 알 수 있다.



<그림 6-11> 초기강우 유출에 의한 한강 수질오염 현황

초기강우의 영향을 살펴보기 위해 10월 4일~5일 이틀에 걸쳐, 탄천하수처리장과 성남하수처리장 방류구 인근에서 수질을 조사하였다.

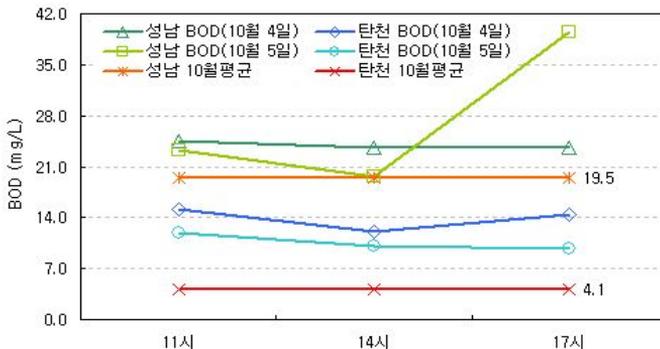
기상 현황은 서울 관측소를 기준으로 10월 4일에는 1.5mm의 비가 왔으며, 10월 5일에는 비가 내리지 않았다. 수질조사 결과 탄천하수처리장 하류 구간에서 강우량 1.5mm였던 10월 4일에는 BOD가 15.1mg/L~12.1mg/L의 농도를 보였으나 비가 그친 10월 5일에는 11.9mg/L~9.7mg/L으로 그 농도가 낮아졌다.

성남하수처리장의 경우에도 비가 왔던 10월 4일에 BOD 농도가 24.6mg/L~23.6mg/L로 비가오지 않은 10월 5일 보다 약간 높게 나타났다<표 6-6>. 강우량이 1.5mm일 경우에도 수질오염에 약간 영향을 미치고 있는데, 강우량 10mm내외의 경우 월류수 오염은 보다 심각하게 하천에 영향을 미칠 것이다.

<표 6-6> 강우시 탄천 수질조사

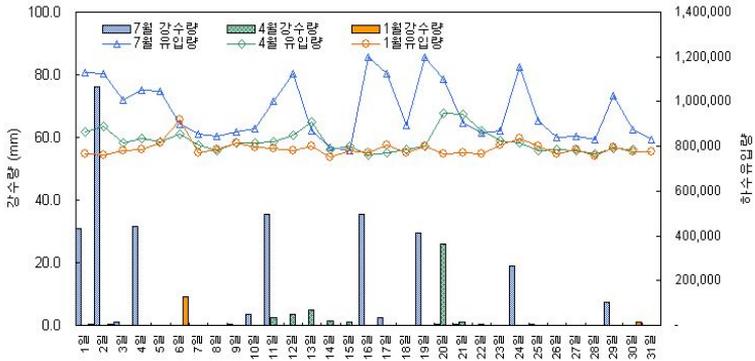
날짜	측정지점	항목						
		시간	pH	DO (mg/L)	수온 (℃)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
10월 4일	성남하수처리장 하류	11시	6.67	3.3	22.2	24.5	9.743	1.178
		14시	7.09	3.5	23.4	23.6	10.266	1.252
		17시	7.27	4.1	23.5	23.6	10.403	1.329
	탄천하수처리장 하류	11시	7.17	3.4	23.8	15.1	13.982	1.148
		14시	7.14	3.6	23.8	12.1	14.642	0.605
		17시	7.20	3.5	23.4	14.5	15.000	0.481
10월 5일	성남하수처리장 하류	11시	6.8	3.4	22.4	23.3	9.395	1.202
		14시	7.24	3.5	23.5	19.6	11.440	1.277
		17시	7.21	4.4	24.5	39.5	10.025	1.237
	탄천하수처리장 하류	11시	7.22	2.9	24.1	11.9	15.216	0.734
		14시	7.56	3.3	24.2	10.1	15.727	0.449
		17시	7.29	3.6	23.6	9.7	16.553	0.374

초기강우시 탄천 방류구의 BOD농도는 탄천수질 조사의 10월 평균값 (탄천하수처리장 4.1mg/L, 성남하수처리장 19.5mg/L)과 비교해도 높은 농도로 나타났다<그림 6-12>.



<그림 6-12> 초기강우시 탄천유역내 하수처리장 인근 BOD

강우시 탄천하수처리장으로 유입되는 양을 살펴보면 강우가 있었던 날의 경우 하수처리장의 유입량이 증가하였으며, 비가 많이 오는 여름철(7월)의 경우에는 그러한 경향이 더욱 잘 나타나고 있다<그림 6-13>.



<그림 6-13> 2007년 강우현황에 따른 탄천하수처리장 유입수량

4. 탄천보에 의한 수역의 정체와 부영양화 현상

탄천하류의 수질에 큰 영향을 미치는 것이 탄천보에 의한 호소화 현상과 탄천하류의 얇은 수심이다. 즉 탄천은 보에 의해 수역이 정체되어 있는데, 3~4월 갈수시에 30cm 정도인 수심과 부영양화물질, 일조량이 함께 작용하면서 부영양화현상이 심각해진다. 탄천의 경우 평상시 수심이 0.9~1.69m이며, 홍수시에는 1.75m정도이다. 특히 갈수기에는 그 수심이 0.09~0.61m로 1m가 되지 않는다. 게다가 현재 상류에서 세굴된 토사가 밀려와 하류에 쌓여 수심은 50cm정도이다.

이러한 얇은 수심과 정체된 수역, 풍부한 부영양화 물질(N, P), 봄, 가을철의 일조량에 의해 조류가 크게 증가된다. 즉 일조량이 많아지는 봄철 몇 일 동안에 BOD오염을 크게 증가시켜 20mg/L내외의 수질이 되는데 영향을 미치고 있다.

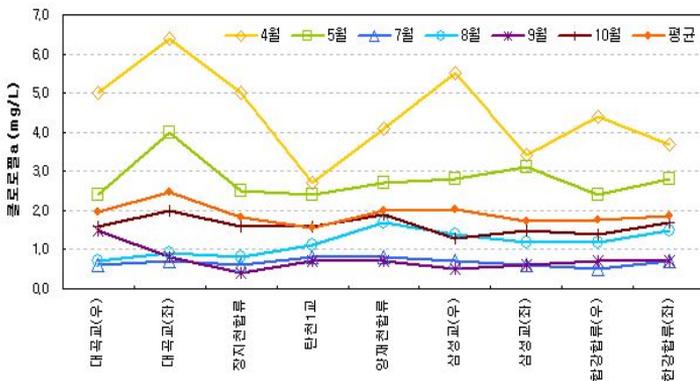
부영양화 현상은 클로로필-a를 통해 확인할 수 있는데<표 6-7>,<그림 6-14>, 갈수기에 클로로필-a의 농도가 상대적으로 높게 나타났다. 탄천하류의 클로로필-a 값은 0.5mg/L~5.4mg/L 값을 보여 일반적인 호수의 부영양화기준이 되는 10 μ g/L보다 최저 50배 이상 높은 값을 보이고 있다.

여기서 바닥에 쌓인 토사는 퇴적물(저니토)이 아니어서 퇴적물에 의한 용출의 영향이 크지 않을 것으로 분석된다.

<표 6-7> 탄천하류 클로로필-a 농도

(단위 : mg/L)

조사지점	4월	5월	7월	8월	10월초	10월말	평균	최대	최소
대곡교(우)	5.0	2.4	0.6	0.7	1.5	1.6	2.0	5.0	0.6
대곡교(좌)	6.4	4.0	0.7	0.9	0.8	2.0	2.5	6.4	0.7
장지천합류	5.0	2.5	0.6	0.8	0.4	1.6	1.8	5.0	0.6
탄천1교	2.7	2.4	0.8	1.1	0.7	1.6	1.6	2.7	0.8
양재천합류	4.1	2.7	0.8	1.7	0.7	1.9	2.0	4.1	0.8
삼성교(우)	5.5	2.8	0.7	1.4	0.5	1.3	2.0	5.5	0.7
삼성교(좌)	3.4	3.1	0.6	1.2	0.6	1.5	1.7	3.4	0.6
한강합류(우)	4.4	2.4	0.5	1.2	0.7	1.4	1.8	4.4	0.5
한강합류(좌)	3.7	2.8	0.7	1.5	0.7	1.7	1.9	3.7	0.7



<그림 6-14> 탄천하류 계절별 클로로필-a 농도 변화

제2절 탄천의 수질 개선 방안

탄천하류의 수질이 봄철에 BOD 20mg/L를 상회하는 이유는 비교적 높은 하수처리장 방류수질(BOD 12mg/L내외)과 높은 농도의 T-P, T-N의 영양물질에 의한 부영양화 현상이다. 현재 하수처리장의 고도처리시설이 계획되어 있지만 시설이 완공되어도 탄천보에 의해 호소화 현상이 지속된다면 부영양화 현상을 크게 개선하기는 어려울 것이다.

따라서 이 연구에서는 탄천보의 제거를 통해 호소화 현상을 제어하는 등의 개선 대안을 제시하였다.

1. 탄천보를 제거하여 호소화 현상 개선

현재 탄천보를 제거할 경우 탄천하류는 갈수시에도 측점(No) +87지점(탄천4잠수교)이 최하수위인 0.05m를 보이고 있어 하상바닥이 드러나지 않은 것으로 분석되고 있다. 또한 현재 하상에 퇴적된 토사도 바닥에 쌓이지 아니하고 한강으로 유입되어 비교적 얇은 수심은 유지할 것으로 분석된다. <그림 6-15>는 탄천보의 위치 및 제거에 대한 모습을 보이고 있다.

탄천보 제거시 중상류구간은 하천유지용수의 확보에 영향을 미칠 수 있다. 즉 탄천의 하천유지용수를 위한 수위 확보가 어려울 경우 상류수역의 하천생태에 영향을 미칠 수 있으므로 상류수역에 대한 수리수문 분석을 심도있게 실시하여야 할 것이다. 또한 탄천하류는 서울시 생태경관보존지역으로 지정되어 있음도 고려해야 할 것이다.

2. 중상류 수역의 유량확보 필요

탄천 중상류구간은 유량이 부족하므로 유량확보 방안이 필요하다. 분당선 전철역에서 지하철 용출수 등을 탄천으로 유입할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 또한 수로폭을 정비하고, 여울과 소를 만들어 하천내 유량의

흐름을 조정하여 적은 유량으로도 하천의 수심을 유지하도록 하여야 한다.



<그림 6-15> 현 탄천보 제거 위치

3. 적극적인 하수처리시설의 고도화 필요

하수처리장 방류수 수질은 하수가 많이 유입되는 시간대에서는 방류수 수질기준(BOD 10mg/L, T-N 20mg/L 이하, T-P 2mg/L 이하)을 초과하는 경우가 있다.

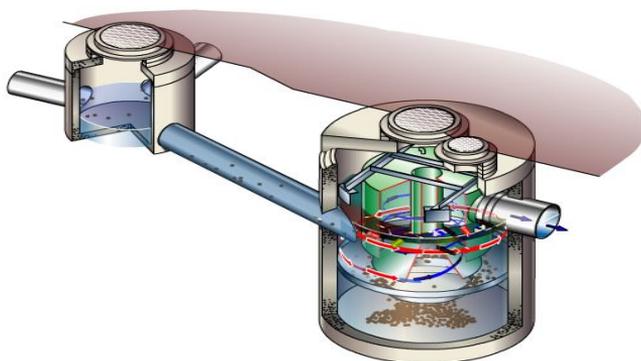
탄천하류의 환경부 수질등급(V등급)기준을 달성하기 위해서는 하수처리 방류수의 수질 개선이 필수적이다. 특히 앞으로는 보다 수질이 좋은 하천으로 조성되길 원하는 욕구가 증가할 것이므로 BOD와 T-N, T-P 등의

제거가 더 필요하다. 따라서 하천수질 목표 상향에 대비한 처리시스템의 신·증설이 필요하다.

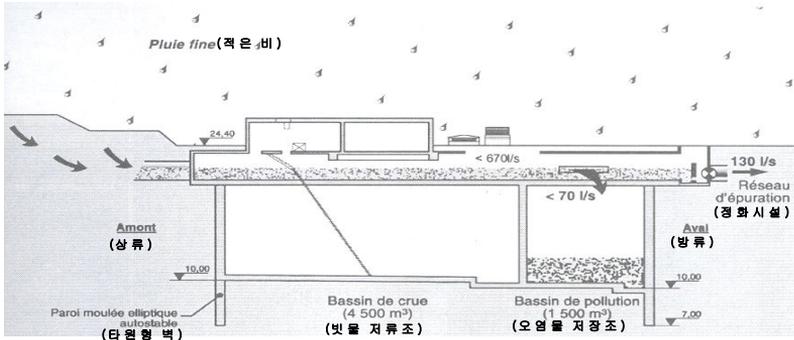
4. 초기강우(월류수) 대책

초기강우 월류수 대책은 크게 두가지로 제시할 수 있다. 첫째, 하천 우수도실에 물리화학적 처리시설을 설치하여 초기강우시에만 가동하는 방안이고<그림 6-16>, 둘째, 하천에 저류조를 설치하여 초기강우 월류수를 제어하는 방안이다<그림 6-17>. 이 저류조 설치방안은 외국의 경우 하천변에 습지 조성방안과 함께 많이 사용하고 있다.

프랑스 세느강의 경우에는 초기강우시 오염빗물이 세느강에 흘러들어 수질오염을 심화시키는 것과 물고기폐사사고를 발생하는 것을 방지하기 위해서 초기우수 저류조를 강변에 조성하였다. 2007년에 총 2,000,000m³의 초기우수 저류조(또는 터널)를 건설하여 초기강우에 의한 오염을 완벽하게 차단하고 있다. 비가 개이면 저류조의 오염빗물을 순서대로 하수처리장에 이송·처리하여 세느강으로 방류하고 있다.



<그림 6-16> 물리화학적 빗물 처리시설(Downstream Defender)



<그림 6-17> 빗물 저류조 사례

5. 탄천의 생태하천 조성방안

1) 탄천하류의 잘 발달된 식생지대 보존

탄천하류는 하도내 넓은 부지에 식생이 잘 발달되어 있다<그림 6-18>. 현재 탄천하류는 서울시 생태경관보존지역으로 지정되어 있어 조류 등 야생동식물이 많이 서식하고 있다. 따라서 탄천하류의 식생지대는 잘 보존하고 보다 확대하는 방향으로 나아가야 할 것이다.



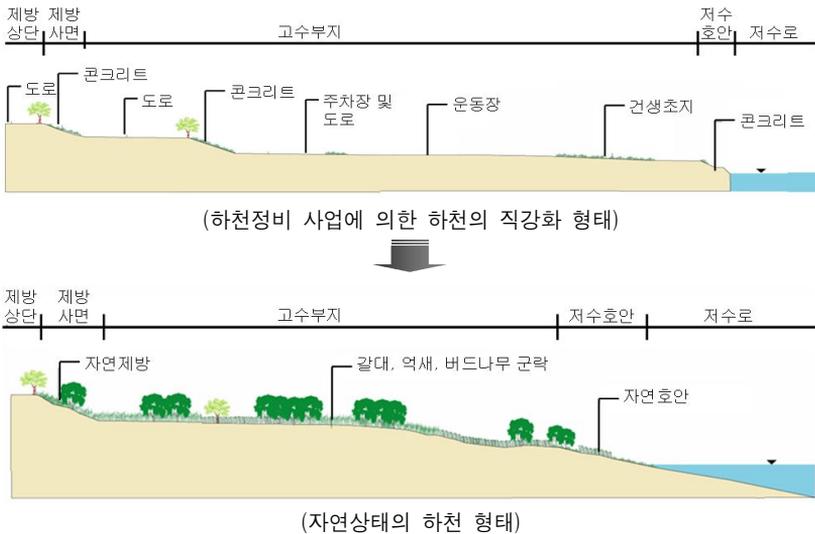
<그림 6-18> 탄천하류 고수부지의 식생지대

2) 생태호안으로 개선 방안

탄천을 생태하천으로 조성하기 위해서는 호안블록을 생태블록으로 개선하여야 한다. 일시적으로 모든 하천에 대해 생태호안으로 개선하기에는 어려움이 많으므로 점진적으로 생태호안으로 개선하여 하천의 생태적 기능을 강화하여야 할 것이다< 그림 6-19, 20>.



<그림 6-19> 생태호안의 블록 유형



<그림 6-20> 생태호안의 모식도

6. 탄천 중상류 수역의 수로폭(저수로) 정비 및 생물서식지 개선

생태적 기법을 이용한 저수호안 도입이 어려울 경우에는 자연적으로 사행수로가 생기는 구간을 위주로 수로폭을 조절하고, 식생대를 조성하여 생물 서식지를 개선한다. 그러나 인위적인 수로폭 조절은 장마철 강우시에 훼손될 우려가 있으므로 신중한 접근이 필요하다.

수로폭 조절을 위한 통나무 공법은 하천변에 식생을 조성하는데 유용하다. 또한 부도를 설치하여 어류서식처 등을 활용하고 자연정화 능력을 향상시킬 수 있다<그림 6-21>.



<그림 6-21> 통나무 공법을 이용한 저수로

제Ⅶ장 결론 및 정책건의

제1절 연구결과 요약

제2절 정책 건의

제1절 연구 결과 요약

1. 수질 특성

탄천의 수질 특성을 개략적으로 살펴보면 최상류(용인시 죽전)지점에서 수질오염이 심하였고, 분당수역을 지나면서 자정작용으로 개선되었으며, 성남과 탄천하수처리장 방류수역을 지나면서 수질은 다시 악화되어 한강 합류수역(삼성교)에서 수질오염이 심각한 것으로 나타났다.

2007년 조사결과 BOD는 방아교에서 최소 1.0mg/L(8월)를 보이고 있고, 세곡천합류부~장지천합류부에서 수질이 크게 악화되는 것으로 조사되었다. 그 후 수질은 약간 개선되거나 정체상태를 보이고 있다. 특히 탄천하류 구간(서울시계 구간)의 수질은 봄철(5월)에 17.0~20.0mg/L를 보이고 있어, 조류발생에 의한 부영양화 현상을 보이고 있다. 그 외 조사(4월, 7월, 8월, 10월)시에는 5.0~14.5mg/L 범위로 타 조사 자료와 비슷하게 나타나고 있다.

2. 탄천하류의 수질악화 원인 분석

1)탄천의 적은 하천수량

탄천은 상·중류부인 용인시와 성남시를 지나 하류부인 서울시 수역을 관통한다. 용인시와 성남시계 구간은 하수발생량이 하천으로 유입되지 않는 분류하수관로지역이거나 하천변 차수관로 지역이다. 중류수역에 위치하는 성남하수처리장과 탄천하수처리장의 방류수가 유입되기 전까지 탄천은

적은 양의 하천수가 흘러가는 도시하천이다.

탄천 유량(2004년 12월, 2005년 3월)은 하수처리 방류수 유입전(세곡천 합류후)에 $1.0\text{m}^3/\text{sec}(86,400\text{m}^3/\text{일})\sim 1.76\text{m}^3/\text{sec}(101,088\text{m}^3/\text{일})$ 로 조사되어 매우 적은 유량이 흐르고 있다. 하천의 평균수심이 50cm 수준이다.

2) 탄천 유량에 비해 매우 많은 탄천 및 성남 하수처리장 방류수량

탄천하수처리장은 총 시설용량이 1,100,000톤/일(#1처리장 600,000톤/일, #2처리장, 500,000톤/일)이며, 성남하수처리장은 총 시설용량이 435,000톤/일(#1처리장 220,000톤/일, #2처리장 215,000톤/일)이다.

탄천 및 성남하수처리 방류수량은 $17.8\text{m}^3/\text{sec}$ 인데, 하천수량은 $1.38\text{m}^3/\text{sec}$ 이다. 하수처리방류량이 하천수량보다 12.9배 많다. 즉 하수처리방류량이 유입되는 수역부터는 거의 하수처리장 방류수질에 좌우되고 있음을 알 수 있다.

3) 비교적 수질이 나쁜 탄천 및 성남 하수처리장 방류수

탄천하수처리장 방류수질은 BOD의 경우 $9.4\text{mg/L}\sim 13.0\text{mg/L}$ 이고, T-P는 $0.832\text{mg/L}\sim 1.503\text{mg/L}$ 로 나타나고 있다. T-P는 정체된 탄천하류 수질에 부영양화의 영양물질로 작용하여 봄, 가을철에는 BOD 수질이 높아지는 원인으로 작용하고 있다. 성남하수처리장 방류수질은 BOD의 경우 $8.6\text{mg/L}\sim 14.8\text{mg/L}$ 이다. 또한 T-P는 $0.723\text{mg/L}\sim 2.637\text{mg/L}$ 로 나타나서 비교적 높은 수질을 보이고 있다.

탄천 및 성남 하수처리장 방류구의 인근 T-N, T-P의 농도를 보면 탄천의 영양염류가 높음을 확실하게 알 수 있다. 세곡천 합류(하수처리장 방류전 지점임)의 T-N, T-P 농도는 각각 5.856mg/L , 0.606mg/L 이었는데, 성남하수처리장 방류수가 유입된 후(대곡교 좌, 우지점)에는 $9.204\text{mg/L}\sim 9.324\text{mg/L}$ 과 $1.122\sim 1.366\text{mg/L}$ 으로 크게 증가하였다. 또한 탄천하수처리장이

유입된 후(탄천1교 지점)에는 각각 20.049mg/L와 0.695mg/L로 나타나서 하수처리장의 방류수질에 의해 탄천의 부영양화 물질이 매우 높은 상태임을 알 수 있다.

4) 초기강우 월류수에 의한 오염 심화

도로에 쌓인 비점오염물질(타이어가루, 먼지, 하수도 찌꺼기, 쓰레기)이 강우시 빗물에 씻겨 하천 우수 토질을 월류하여 하천에 유입되면 하천의 수질을 크게 오염시킨다.

기상 현황은 서울 관측소를 기준으로 10월 4일에는 1.5mm의 비가 왔으며, 10월 5일에는 비가 내리지 않았다. 수질조사 결과 탄천하수처리장 하류 구간에서 강우량 1.5mm였던 10월 4일에는 BOD가 15.1mg/L~12.1mg/L의 농도를 보였으나 비가 그친 10월 5일에는 11.9mg/L~9.7mg/L으로 그 농도가 낮아졌다. 강우량이 1.5mm일 경우에도 수질오염에 약간 영향을 미치고 있는데, 강우량 10mm내외의 경우 월류수 오염은 보다 심각하게 하천에 영향을 미칠 것이다.

5) 탄천보에 의한 수역의 정체와 부영양화 현상

탄천하류의 수질에 큰 영향을 미치는 것이 탄천보에 의한 호소화 현상과 탄천하류의 얇은 수심이다. 즉 탄천은 보에 의해 수역이 정체되어 있는데, 3~4월 갈수시에 얇은 수심과 부영양화물질, 일조량이 함께 작용하면서 부영양화현상이 심각해진다. 탄천의 경우 갈수기에는 그 수심이 0.09~0.61m이다. 게다가 현재 상류에서 세굴된 토사가 밀려와 하류에 쌓여 수심은 50cm정도이다.

이러한 얇은 수심과 정체된 수역, 풍부한 부영양화 물질(N, P), 봄, 가을철의 일조량에 의해 조류가 크게 증가된다. 즉 일조량이 많아지는 봄철 몇 일 동안에 BOD오염을 크게 증가시켜 20mg/L내외의 수질이 되는데 영

향을 미치고 있다.

부영양화 현상은 클로로필-a를 통해 확인할 수 있는데, 갈수기에 클로로필-a의 농도가 상대적으로 높게 나타났다. 탄천하류의 클로로필-a 값은 0.5mg/L~5.4mg/L 값을 보여 일반적인 호수의 부영양화기준이 되는 10 μ g/L 보다 최저 50배 이상 높은 값을 보이고 있다.

3. 배출오염부하량 및 유달부하량의 특성

탄천에 유입되는 오염원별 전체 BOD 배출부하량은 29,295.99kg/일이며, 이 중 하수처리장에 의한 배출부하가 14,674.49kg/일로 전체의 76.0%를 차지하여 가장 높은 비율을 나타냈다. 하수처리장에 의한 BOD 배출부하량 외에는 대부분 경기도로부터 유입되는 배출부하량이 더 높게 나타났으며 생활계는 1,985.49kg/일(10.3%)로 모두 경기도에서 발생하는 것으로 나타났다.

T-P 배출부하량을 살펴보면 전체 1,712.4kg/일 중 대부분이 하수처리장에 의한 배출부하로 전체의 86.6%(1,482.8kg/일)로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 그 외 오염원별 배출부하량을 살펴보면, 생활계와 축산계 모두 각각 83.6kg/일(4.9%)로 나타났으며, 양식계 7.2kg/일(0.4%), 토지이용 55.2(3.2%)로 나타났다.

유달오염부하량 산정결과 BOD는 <표>와 같이 6,154.4kg/일, T-N 5,070.2kg/일, T-P 315.5kg/일로 나타났다. 이를 토대로 유달률을 산정한 결과 BOD 21.0%, T-N 19.0%, T-P 18.4%로 나타났다.

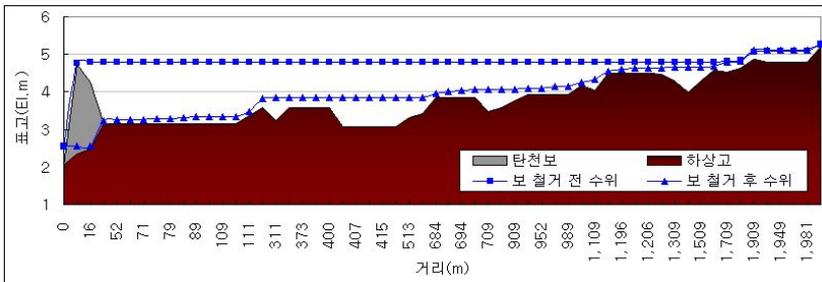
<표> 탄천 유달 부하량, 부하율 산정

구 분	배출부하량(kg/일)			유달부하량(kg/일)			유달율(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
탄천 하루	29,296.0	26,636.1	1,712.4	6,154.4	5,070.2	315.5	21.0	19.0	18.4

4. 수리·수문 특성

탄천 수중보 제거에 의한 수리·수문 영향 분석은 미 육군 공병단에서 개발한 하천분석 모형인 HEC-RAS 3.0을 이용하여 홍수시와 평상시, 갈수시에 탄천 수중보 제거 전·후의 수위 및 유속을 비교하여 실시하였다.

탄천 수중보 제거 전·후에 대하여 홍수시와 평상시, 갈수시 유량 조건으로 산정하였다. 탄천 수중보 제거 전·후 갈수시 수리수문 분석 결과를 살펴보면, 탄천 수중보 제거 후 탄천은 약 0.09~0.61m의 수심을 유지하며, 약 63~89%정도의 수심 감소가 예상되고, 유속은 전반적으로 증가할 것으로 예상되었다<그림 참조>. 특히 유속의 증가로 인하여 보 상류부의 토사 퇴적은 감소될 것으로 예상되며, 지점별 유속변화로 하상의 변화가 예상된다.



<그림> 갈수시 탄천 수중보 제거 전·후 수위비교

제2절 정책 건의

1. 탄천보를 제거하여 호소화 현상 개선

탄천보를 제거하여 탄천의 호소화 현상을 막고 수질을 개선하는 것이 필요하다. 현재 탄천보를 제거할 경우 탄천하류는 갈수시에도 측점(No)+87지점(탄천4잠수교)이 최하수위인 0.05m를 보이고 있어 하상바닥은 드러나지 않은 것으로 분석되고 있다. 또한 현재 하상에 퇴적된 토사도 바닥에 쌓이지 아니하고 한강으로 유입되어 비교적 얇은 수심은 유지할 것으로 보인다. 탄천보 제거시 중상류구간은 하천유지용수의 확보에 영향을 미칠 수 있다. 즉 탄천의 하천유지용수를 위한 수위 확보가 어려울 경우 상류수역의 하천생태에 영향을 미칠 수 있으므로 상류수역에 대한 수리수문 분석을 심도있게 실시하여야 할 것이다. 또한 탄천하류는 서울시 생태경관보존지역으로 지정되어 있음도 고려해야 할 것이다.

2. 중상류 수역의 유량확보 필요

탄천 중상류구간의 유량확보 방안이 필요하다. 분당선 전철역에서 지하철 용출수 등을 탄천으로 유입할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 또한 수로폭을 정비하고, 여울과 소를 만들어 하천내 유량의 흐름을 조정하여 적은 유량으로도 하천의 수심을 유지하도록 하여야 한다.

3. 적극적인 하수처리시설의 고도화 필요

하수처리장 방류수 수질은 하수가 많이 유입되는 시간대에서는 방류수 수질기준(BOD 10mg/L, T-N 20mg/L 이하, T-P 2mg/L 이하)을 초과하는

경우가 있다. 탄천하류의 환경부 수질등급(V등급)기준을 달성하기 위해서는 하수처리 방류수의 수질 개선이 필수적이다. 특히 앞으로는 수질이 좋은 하천으로 조성되길 원하는 욕구가 증가할 것이므로 BOD와 T-P 등의 제거가 더 필요하다. 하천수질 목표의 상향에 대비한 처리시스템의 신·증설이 필요하다.

4. 초기강우(월류수) 대책

초기강우 월류수 대책으로 하천고수부지에 저류조를 설치하여 초기강우 월류수를 제어하는 방안을 모색하여야 한다. 이 저류조 설치방안은 외국의 경우 하천변에 습지 조성방안과 함께 많이 사용하고 있다. 프랑스 세느강은 2007년에 총 2,000,000m²의 초기우수 저류조(또는 터널)를 건설하여 초기강우에 의한 오염을 완벽하게 차단하고 있다. 비가 개이면 저류조의 오염빗물을 하수처리장에 이송·처리하여 세느강으로 방류하고 있다.

5. 탄천의 생태하천 조성방안

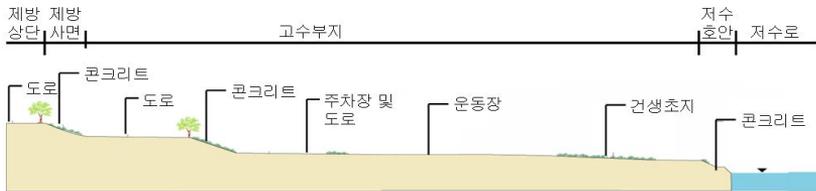
1) 탄천하류의 잘 발달된 식생지대 보존

탄천하류는 하도내 넓은 부지에 식생이 잘 발달되어 있다. 현재 탄천하류는 서울시 생태경관보존지역으로 지정되어 있어 조류 등 야생동식물이 많이 서식하고 있다. 따라서 탄천하류의 식생지대는 잘 보존되어야 하고 보다 확대하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

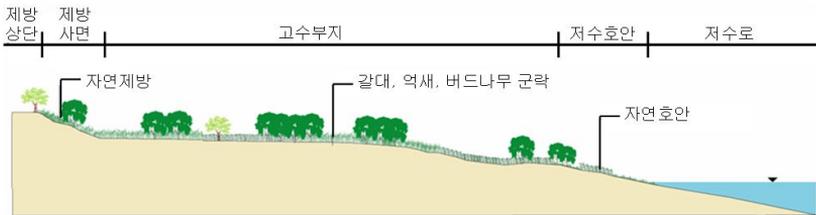
2) 생태호안으로 개선 방안

탄천을 생태하천으로 조성하기 위해서는 호안블록을 생태블록으로 개선하여야 한다. 일시적으로 모든 하천에 대해 생태호안으로 개선하기에는

어려움이 많으므로 점진적으로 생태호안으로 개선하여 하천의 생태적 기능을 강화하여야 할 것이다<그림 참조>.



(하천정비 사업에 의한 하천의 직강화 형태)



(자연상태의 하천 형태)

<그림> 생태호안의 모식도

참 고 문 헌

참고문헌

1. 단행본 및 보고서

- 강남구, 「탄천수질개선을 위한 종합계획 설계」, 2004
- 건설교통부, 「한강 유량측정 용역 보고서」, 2003
- 건설교통부, 「한국수문조사연보」, 2006
- 건설교통부, 「하천설계기준」, 2002
- 구중서, “월동 수급류 서식처 보전 및 관리방안에 관한 연구 : 탄천 생태계 보전지역을 중심으로”, 경원대 대학원, 2005
- 김갑수 외, “탄천하수처리장 유입수 농도증가 원인조사와 대책방안 강구”, 대한환경공학회 추계 발표논문, 2003
- 김갑수 외, 「한강 생태계 조사연구」, 서울시정개발연구원, 2002
- 김명길, “안양천과 탄천의 수질오염 현황 및 오염부하 유출 특성에 관한 연구”, 한양대학교 환경과학대학원, 1996
- 김미성, “탄천의 하천수 및 하상퇴적물의 오염현황과 특성연구”, 한양대학교 환경공학연구소 환경과학논문집 제25집, 2004
- 김영환, “탄천의 수질오염 및 자정작용이 한강수질오염에 미치는 영향”, 연세대학교 보건대학원, 1982
- 박상우 외, “유량에 따른 조도계수의 변동특성에 관한 연구”, 한국수자원학회 학술발표회
- 박석순 외, “탄천에서의 STREAM 모델 적용”, 대한환경공학회지 15권 1

호, 1993

서울특별시, 「대학과 연계한 하천관리에 관한 연구용역(5차)」, 2004

서울특별시, 「한강쓰레기 처리비용 분담방안 연구」, 2006

서울특별시, 「한강 지류천 생태계 조사연구-중랑천·탄천」, 1998

서울특별시, 「하천정비기본계획(탄천, 홍제천, 불광천)」, 2000

송재우, “수리학”, 구미서관, 2004

신정식 외, “장래 탄천수질과 한강본류에 미치는 영양 예측”, 한국환경위
색학회지 제27권 3호, 2001

신정식, “한강수계 탄천의 수질오염도 평가 및 예측”, 연세대학교 대학
원, 2000

양유정, “탄천유역의 토지이용 변화에 따른 하천 유량 변화 예측”, 서울
대 환경대학원, 2001

유명진 외, 「한강 수질관리 효율화 방안 연구」, 서울시정개발연구원,
1994

이원 외, “탄천에서의 부영양화 실태조사에 관한 연구”, 한국환경분석학
회지 5권 4호, 2002

이재성 외, “현장측정기법을 활용한 탄천 및 양재천 지류의 수질평가에
관한 연구”, 한국환경분석학회지, 2003

이준영, “생물다양성 보전을 위한 하천생태계 관리방안 연구 : 서울시 탄
천 생태계 보전지역을 중심으로”, 경원대 대학원, 2005

정광욱, “분당신도시 개발에 따른 탄천유역의 기저유출량 변화”, 서울대
환경대학원, 2002

정연덕, “탄천의 수질관리에 관한 연구”, 서울대학교 환경대학원 원우회,

1985

조영, “한강지류인 탄천의 수질오염 분석연구: 분당지역을 중심으로”, 한국교원대 대학원, 1997

조용모 외, 「성북천 복원사업의 효과평가 연구」, 서울시정개발연구원, 2004

조용모 외, 「안양천 수질개선과 생태하천 조성을 위한 기초연구」, 서울시정개발연구원, 2001

최충락 외, “탄천, 중랑천, 하수종말처리장 건설에 따른 한강본류의 BOD 변화에 관한 조사연구”, 환경과학논문집, 1992

한국수자원학회, 「제13회 수공학 워크샵」 교재, 2004

한봉호, “서울시 탄천 생태계 보전지역의 환경생태특성을 고려한 생태적 관리계획”, 한국조경학회지, 2004

2. 인터넷 사이트

국가수자원관리종합시스템 (<http://www.wamis.go.kr>)

기상청(<http://kma.go.kr>)

물환경정보시스템 (<http://water.nier.go.kr/weis/>)

법제처 (<http://www.klaw.go.kr>)

통계청 (<http://www.nso.go.kr>)

환경부 (<http://www.me.go.kr>)

부 록

[부록 1] 수질측정 자료

1. 강남구 탄천수질 조사 자료

<표 1> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2004년)

지점	하천명	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	죽전교밀 (탄천본류)	12월	4.0	8.2	10.6	19.8	12.3	41.2	11.040	1.382
		9월	18.2	7.9	7.6	4.0	7.7	88.0	8.376	0.504
		6월	17.5	7.2	7.1	9.0	7.9	99.2	11.808	0.475
		3월	12.5		8.2	25.0	8.3	65.0	10.344	1.020
2	동막천하류 (지류)	12월	7.3	7.7	11.5	4.0	4.7	1.6	5.712	0.355
		9월	18.7	8.0	10.2	1.9	4.6	8.0	2.568	0.158
		6월	16.0	7.2	10.5	3.0	2.9	2.4	4.056	0.168
		3월	8.5		7.7	6.3	5.9	6.4	8.112	0.552
3	구미교밀 (탄천본류)	12월	6.5	7.9	11.2	10.4	7.9	28.8	8.074	0.768
		9월	20.9	7.9	10.0	2.7	4.9	8.4	2.784	0.211
		6월	18.0	7.4		2.6	3.2	10.8	4.824	0.202
		3월	9.5			14.0	8.2	30.0	9.528	0.712
4	금곡교밀 (탄천본류)	12월	7.0	7.8	11.3	8.0	7.9	10.0	9.043	0.854
		9월	22.9	7.7	9.4	3.6	6.5	30.0	3.624	0.379
		6월	19.2	7.5	7.5	5.2	4.7	8.8	6.600	0.293
		3월	10.2		11.5	11.9	9.0	16.8	10.992	0.888
5	분당천하류 (지류)	12월	7.3	7.8	13.6	1.9	3.3	0.4	2.254	0.130
		9월	23.9	7.8	11.0	2.4	3.9	4.0	1.488	0.130
		6월	19.1	8.6	14.2	1.9	3.8	2.0	3.120	0.163
		3월	10.2		11.6	5.8	4.4	2.4	2.328	0.154
6	서현교밀 (탄천본류)	12월	6.7	8.0	13.4	3.3	4.2	2.8	3.730	0.230
		9월	17.4	7.7	9.9	2.8	4.0	11.6	2.016	0.197
		6월	18.4	8.8	12.6	3.7	4.8	10.4	3.432	0.216
		3월	9.4		10.2	10.9	6.5	112.2	5.112	0.376
7	운중천하류 (지류)	12월	6.5	7.9	12.2	1.8	3.0	0.8	6.518	0.034
		9월	20.5	7.5	10.5	1.7	3.8	2.0	4.584	0.077
		6월	16.6	8.1	11.7	1.6	4.0	2.0	3.744	0.178
		3월	9.4		11.5	2.8	3.3	1.6	4.896	0.048
8	운중천합류 (탄천본류)	12월	6.2	8.0	12.7	5.6	5.9	8.8	7.454	0.466
		9월	18.5	7.4	8.6	3.7	4.4	2.0	5.7.6	0.235
		6월	17.4	8.6	17.4	2.9	4.0	7.2	4.584	0.187
		3월	8.5		11.5	11.5	8.2	12.8	10.752	0.624

<표 1> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2004년)(계속)

지점	하천명	항목	수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
9	야탑천하류 (지류)	12월	8.5	8.0	13.0	2.8	3.4	0.8	2.914	0.053
		9월	22.9	8.2	10.4	1.0	3.0	2.0	1.440	0.062
		6월	22.2	9.6	15.9	1.2	1.9	1.2	1.608	0.043
		3월	8.2		10.4	4.3	4.0	8.0	4.152	0.144
10	차병원앞 (탄천본류)	12월	7.7	7.8	13.1	3.2	4.7	5.6	5.280	0.302
		9월	20.9	7.9	10.6	2.2	4.8	14.0	3.672	0.240
		6월	15.8	8.0	8.9	4.1	5.4	18.4	5.880	0.264
		3월	10.8		10.3	3.8	3.0	2.0	3.126	0.086
11	여수천합류 (탄천본류)	12월	6.2	7.5	11.5	3.3	4.8	5.6	6.197	0.341
		9월	21.7	8.7	10.7	0.6	3.1	1.6	4.512	0.110
		6월	18.4	8.0	8.7	2.7	4.5	20.8	6.984	0.264
		3월	10.5		10.8	12.1	6.8	15.2	7.656	0.456
12	단대천앞 (탄천본류)	12월	6.6	7.4	11.6	4.0	4.9	7.2	8.357	0.293
		9월	20.3	7.9	9.7	3.3	4.5	7.6	4.344	0.274
		6월	21.0	8.8	17.3	1.9	4.4	6.8	10.824	0.216
		3월	12.0		11.3	7.7	7.2	8.4	10.152	0.440
13	세곡천하류 (지류)	12월	7.0	7.2	13.3	2.0	3.6	1.6	1.234	0.173
		9월	21.7	7.2	9.6	5.3	3.9	3.2	3.072	0.197
		6월	24.3	7.7	9.4	3.7	3.2	4.4	2.304	0.192
		3월	12.0		12.3	5.1	5.5	10.8	5.760	0.302
14	성남 하수처리 사업소위 (탄천본류)	12월	6.6	8.2	11.5	3.3	5.1	3.2	6.336	0.307
		9월	20.2	8.5	10.9	2.5	4.6	13.2	3.792	0.302
		6월	22.2	7.3	6.6	6.2	5.0	18.4	4.872	0.216
		3월	5.3		14.0	12.9	7.3	11.2	8.640	0.472
15	대곡교밑 (탄천본류)	12월	11.2	7.7	10.6	17.3	11.3	9.2	2.942	1.310
		9월	22.5	7.1	7.9	7.9	8.7	6.0	9.192	1.037
		6월	19.1	7.1	7.7	14.8	11.2	29.6	12.192	0.408
		3월	7.4		8.1	22.6	10.9	13.6	14.232	0.744
16	탄천 하수처리장 방류구하류 (탄천본류)	12월	10.5	7.5	9.5	21.7	10.5	10.0	2.870	1.181
		9월	21.5	7.2	8.0	7.9	7.6	12.4	8.088	0.682
		6월	18.7	7.2	6.0	9.0	6.8	17.6	11.904	0.416
		3월	7.1		10.4	8.2	13.4	20.4	14.160	0.984
17	삼성교밑 (탄천본류)	12월	10.9	7.5	9.3	18.1	10.6	18.8	12.691	1.013
		9월	22.6	7.2	5.9	7.2	8.1	17.6	13.248	0.542
		6월	18.8	7.2	6.2	10.3	6.2	10.4	23.280	0.422
		3월	6.8		7.6	7.9	12.1	12.8	20.136	1.040
18	한강합류 (탄천본류)	12월	11.3	7.2	9.3	6.6	8.6	12.4	14.390	0.840
		9월	22.5	7.4	6.5	9.2	7.7	7.6	11.712	0.600
		6월	18.7	7.3	6.0	10.7	6.9	9.6	22.248	0.485
		3월	6.4	7.0	9.1	8.0	12.3	14.4	23.736	1.104

<표 2> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2005년)

지점	하천명	항목	수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	죽전교밀 (탄천본류)	12월	5.8	6.9	8.0	15.4	8.2	130.0	13.872	0.854
		9월	23.0	7.3	7.2	5.3	7.0	52.4	6.264	0.461
		6월	24.5	7.9	5.0	11.4	11.2	61.6	13.368	1.771
		3월	11.1	7.8	4.9	37.7	33.6	110.0	17.400	2.544
2	동막천하류 (지류)	12월	1.2	6.7	12.0	4.9	3.8	10.8	5.208	0.211
		9월	22.9	6.9	8.9	1.9	2.1	2.8	2.952	0.130
		6월	25.2	8.5	14.1	2.9	6.4	2.4	3.648	1.334
		3월	6.6	8.6	10.6	4.1	4.6	6.8	2.976	0.160
3	구미교밀 (탄천본류)	12월	3.2	6.8	11.2	8.0	6.0	34.4	9.504	0.648
		9월	21.5	7.2	8.8	2.7	3.2	11.2	4.512	0.230
		6월	22.4	8.4	9.0	7.0	10.1	9.6	11.046	1.046
		3월	7.4	8.4	10.6	11.6	8.0	20.0	5.424	0.592
4	금곡교밀 (탄천본류)	12월	4.9	6.6	10.8	10.7	6.3	26.4	9.792	0.730
		9월	23.1	6.6	7.8	1.5	3.4	13.2	4.608	0.230
		6월	23.6	8.2	11.8	2.1	9.3	3.1	11.034	1.046
		3월	8.5	7.7	11.2	12.0	26.0	83.0	9.744	1.480
5	분당천하류 (지류)	12월	4.5	6.5	14.0	2.3	3.3	2.4	3.072	0.086
		9월	23.1	7.5	9.6	0.8	1.7	3.6	1.560	0.048
		6월	23.4	9.4	15.7	0.7	3.1	2.8	2.592	0.163
		3월	10.4	8.2	13.9	2.9	4.7	2.8	1.632	0.086
6	서현교밀 (탄천본류)	12월	4.2	6.9	13.9	4.6	4.9	5.6	5.856	0.302
		9월	23.1	7.7	8.6	1.3	2.9	4.4	4.080	0.110
		6월	26.9	9.1	12.9	1.6	5.6	8.4	4.680	0.494
		3월	11.8	8.5	14.3	8.0	8.6	16.4	5.232	0.533
7	운중천하류 (지류)	12월	5.9	6.0	10.8	3.1	2.9	0.1	8.592	0.072
		9월	20.9	6.0	8.2	2.6	2.5	0.8	4.152	0.024
		6월	21.1	7.0	16.5	0.5	3.4	1.2	5.160	0.202
		3월	9.6	6.6	12.9	1.4	3.7	1.2	6.584	0.029
8	운중천합류 (탄천본류)	12월	4.3	6.6	12.4	6.2	6.9	10.8	8.952	0.562
		9월	21.6	6.6	8.7	2.5	3.2	4.8	5.256	0.254
		6월	23.7	8.3	12.3	3.4	8.6	7.6	6.360	1.392
		3월	11.3	7.4	14.6	6.1	7.4	6.8	6.456	0.557
9	야탑천하류 (지류)	12월	2.2	7.0	13.8	4.1	3.2	0.4	3.408	0.077
		9월	23.4	7.6	9.7	1.6	1.3	2.0	2.592	0.125
		6월	25.2	9.3	11.5	0.4	3.6	1.2	1.968	0.326
		3월	11.6	8.7	14.1	4.2	4.9	2.0	2.880	0.101

<표 2> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2005년)(계속)

지점	하천명	항목	수온 (℃)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
10	차병원앞 (탄천본류)	12월	5.7	7.0	13.2	5.4	3.8	6.0	10.536	0.499
		9월	22.8	7.2	9.3	2.1	3.0	4.0	4.176	0.192
		6월	26.1	7.9	9.5	3.8	8.6	9.2	6.240	0.571
		3월	11.2	7.7	10.9	6.8	8.7	13.6	6.912	0.600
11	여수천합류 (탄천본류)	12월	3.2	6.8	13.5	5.1	4.3	19.2	8.496	0.485
		9월	24.5	7.2	7.9	2.9	4.3	191.2	4.968	0.240
		6월	25.3	8.1	12.4	5.5	8.9	11.2	7.272	0.749
		3월	8.2	8.0	12.0	8.0	9.9	12.0	7.584	0.672
12	단대천앞 (탄천본류)	12월	3.2	6.8	13.1	5.2	4.2	12.8	11.232	0.466
		9월	23.1	7.9	9.2	1.9	3.5	26.8	4.056	0.192
		6월	26.7	8.4	10.5	3.9	8.5	7.2	5.976	0.514
		3월	9.2	8.2	12.5	6.8	8.7	9.6	7.992	0.672
13	세곡천하류 (지류)	12월	4.9	6.7	13.3	3.9	2.5	1.2	6.912	0.144
		9월	24.1	7.0	9.9	2.4	3.7	2.4	4.104	0.125
		6월	29.2	7.9	11.1	3.0	7.0	4.8	6.264	0.804
		3월	11.8	7.3	11.8	7.7	9.8	13.2	6.144	0.216
14	성남 하수처리 사업소위 (탄천본류)	12월	3.5	7.5	13.8	5.2	3.8	7.2	1.010	0.466
		9월	25.0	8.5	10.0	1.3	4.1	4.8	5.808	0.221
		6월	27.4	10.8	8.5	2.9	8.3	10.8	5.328	0.824
		3월	9.0	8.2	12.0	8.2	10.7	14.8	8.400	0.744
15	대곡교밑 (탄천본류)	12월	11.0	6.9	9.2	16.3	8.8	24.4	16.248	1.066
		9월	25.0	6.6	7.1	11.0	7.2	10.8	1.088	0.420
		6월	25.6	7.3	5.3	22.8	20.5	38.0	19.920	1.452
		3월	8.0	7.6	6.8	48.6	63.2	150.0	21.480	2.824
16	탄천 하수처리장 방류구하류 (탄천본류)	12월	13.5	6.9	7.8	8.3	10.9	4.0	25.920	0.974
		9월	20.8		4.9	13.3	7.0	39.2	6.000	0.372
		6월	25.7	7.4	5.2	13.3	15.1	21.2	14.976	1.493
		3월	8.2	6.8	7.5	23.8	18.5	26.4	14.904	1.560
17	삼성교밑 (탄천본류)	12월	11.5	6.6	7.5	7.9	8.4	8.8	23.040	1.157
		9월	21.2		6.8	7.0	5.9	9.6	6.264	0.948
		6월	25.8	7.4	5.8	10.1	12.7	13.6	20.592	1.205
		3월	9.4	6.8	7.9	25.0	15.1	24.8	23.230	2.208
18	한강합류 (탄천본류)	12월	5.5	7.3	9.5	12.3	6.4	109.0	16.464	0.715
		9월	20.7		7.9	10.6	4.8	6.4	11.328	0.996
		6월	26.3	7.3	4.2	9.2	11.4	6.4	18.096	1.061
		3월	8.8	7.1	9.1	17.9	12.6	14.0	16.704	1.368

<표 3> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2006년)

지점	하천명	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
1	죽전교밀 (탄천본류)	12월	12.6	7.7	8.7	23.5	15.8	112.4	14.160	1.860
		9월	22.6	5.0	8.3	5.1	13.3	65.2	5.664	1.267
		6월	21.6	7.0	7.4	13.8	12.5	49.2	9.312	0.672
		3월	9.9	7.3	11.4	24.0	16.9	110.0	16.944	1.176
2	동막천하류 (지류)	12월	10.4	6.8	11.0	4.5	6.5	50.4	6.336	0.186
		9월	22.0	7.2	9.5	0.8	7.9	66.4	4.608	0.288
		6월	20.2	7.2	9.1	2.1	5.0	8.4	4.080	0.108
		3월	8.2	8.3	13.7	4.6	5.6	12.8	3.216	0.263
3	구미교밀 (탄천본류)	12월	12.4	6.8	9.4	17.7	12.2	32.0	11.472	1.548
		9월	23.1	7.5	8.7	6.9	8.9	24.0	6.912	0.802
		6월	19.2	7.3	8.7	3.3	5.8	12.8	4.512	0.228
		3월	9.0	7.3	11.7	16.5	11.9	38.8	10.032	0.684
4	금곡교밀 (탄천본류)	12월	10.2	7.6	10.0	7.8	9.1	12.0	13.344	1.284
		9월	23.4	7.4	8.0	3.4	8.4	8.4	7.488	0.869
		6월	20.4	7.1	8.8	6.0	9.6	50.0	6.528	0.516
		3월	9.7	7.5	12.5	10.4	11.0	40.0	11.328	0.768
5	분당천하류 (지류)	12월	9.4	6.0	12.5	1.9	3.9	6.0	3.120	0.264
		9월	21.2	8.3	15.3	2.6	14.0	62.8	4.608	0.240
		6월	21.5	6.9	9.7	2.4	7.4	2.4	3.984	0.132
		3월	8.1	8.1	12.3	3.8	4.2	1.6	23.088	0.053
6	서현교밀 (탄천본류)	12월	9.0	7.1	11.6	3.9	5.9	4.8	5.808	0.494
		9월	22.3	8.1	10.6	1.6	7.2	17.2	2.112	0.067
		6월	20.5	6.8	9.7	6.9	9.6	42.8	6.624	0.744
		3월	6.4	6.9	9.6	10.8	8.2	17.2	7.968	0.720
7	운중천하류 (지류)	12월	9.8	6.5	9.8	0.6	8.1	42.4	7.440	0.312
		9월	21.3	8.1	10.0	0.5	5.4	59.2	8.592	0.067
		6월	18.2	7.2	10.6	5.0	13.1	347.6	6.672	0.420
		3월	8.2	6.2	8.8	0.3	3.2	1.6	6.336	0.019
8	운중천합류 (탄천본류)	12월	10.5	7.3	10.9	5.9	7.0	10.4	10.272	1.956
		9월	22.0	6.9	12.6	3.3	5.7	17.2	8.304	0.326
		6월	19.8	7.0	9.6	6.6	9.0	49.6	6.528	0.456
		3월	8.0	7.1	10.4	9.6	8.6	26.0	11.136	0.696
9	야탑천하류 (지류)	12월	8.1	8.4	12.4	1.6	3.2	0.4	2.928	0.106
		9월	22.3	7.2	10.5	0.5	2.5	0.4	4.584	0.034
		6월	20.3	7.2	10.4	3.6	6.7	11.2	3.984	0.120
		3월	8.5	9.5	15.4	3.9	5.1	2.0	3.648	0.058

<표 3> 강남구 탄천 수질조사 결과 (2006년)(계속)

지점	하천명	항목	수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
10	차병원앞 (탄천본류)	12월	10.3	7.2	10.4	4.5	7.0	5.6	9.504	0.811
		9월	22.9	7.4	12.5	2.0	5.4	6.4	4.248	0.360
		6월	20.5	7.2	9.3	6.3	10.2	35.2	6.336	0.348
		3월	10.9	7.6	11.0	8.0	9.0	18.4	7.440	0.720
11	여수천합류 (탄천본류)	12월	9.2	7.1	10.3	3.5	5.9	4.8	7.056	0.562
		9월	22.1	7.8	12.1	1.7	5.4	4.0	4.416	0.298
		6월	20.5	6.5	9.9	7.8	8.8	35.2	6.528	0.408
		3월	8.8	7.3	10.6	10.2	10.0	28.4	10.656	0.701
12	단대천앞 (탄천본류)	12월	10.1	7.7	11.5	4.3	6.5	4.8	8.832	0.648
		9월	28.0	6.9	11.8	1.4	4.8	9.6	4.608	0.274
		6월	22.1	6.4	8.9	20.5	11.2	10.4	7.392	0.576
		3월	7.6	7.6	11.3	7.2	8.6	8.0	10.560	0.758
13	세곡천하류 (지류)	12월	10.4	7.8	12.3	11.4	10.3	28.8	8.016	0.732
		9월	26.7	8.1	15.9	2.1	5.9	4.8	3.744	0.302
		6월	21.9	7.5	8.5	16.2	10.6	13.6	9.168	0.492
		3월	12.1	8.0	12.8	7.2	8.5	8.0	8.880	0.708
14	성남 하수처리 사업소위 (탄천본류)	12월	11.8	7.8	11.2	1.9	4.1	1.2	5.088	0.293
		9월	22.2	7.9	15.5	4.4	6.5	7.2	4.080	0.216
		6월	23.2	7.7	9.2	3.0	6.5	29.6	6.144	0.276
		3월	7.1	9.9	16.0	4.6	6.7	6.4	7.680	0.168
15	대곡교밑 (탄천본류)	12월	15.5	6.9	8.5	18.0	13.3	12.0	15.936	1.066
		9월	22.9	6.5	7.3	9.0	12.1	12.4	11.808	0.773
		6월	22.9	8.8	4.1	21.5	28.4	2.8	20.112	0.312
		3월	12.8	7.1	10.1	15.0	15.0	12.0	18.048	0.658
16	탄천 하수처리장 방류구하류 (탄천본류)	12월	17.1	7.3	7.8	18.0	11.2	9.2	24.768	1.776
		9월	23.2	6.8	9.0	7.5	9.7	4.8	19.584	1.188
		6월	22.6	7.9	4.8	7.2	11.4	19.6	10.176	1.212
		3월	12.0	7.2	11.1	14.7	14.2	12.8	30.000	2.148
17	삼성교밑 (탄천본류)	12월	15.7	7.5	7.7	16.8	9.8	8.0	21.048	1.716
		9월	22.0	6.8	8.5	9.4	9.5	8.0	17.616	1.152
		6월	23.2	7.5	5.5	8.1	9.8	8.8	18.384	1.164
		3월	12.8	7.2	9.7	12.9	14.1	15.2	24.864	1.788
18	한강합류 (탄천본류)	12월	13.7	6.9	8.7	18.5	12.2	10.4	18.912	1.668
		9월	23.5	6.7	8.5	7.8	9.1	9.2	15.696	1.308
		6월	22.7	7.1	5.7	7.6	10.0	16.4	15.792	1.572
		3월	10.9	7.1	8.5	12.3	13.7	16.4	22.416	1.836

2. 2007년 탄천 수질 조사

<표 1> 2007년 탄천 수질조사 - 4월 조사(2007년 4월 25일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	9:30	8.3	3.5	14.7	13.5	13.6	49.2	12.288	1.500	7.6	1.1	4.0	2.9
구미교	10:20	8.3	2.8	15.2	11.2	10.3	20.0	11.040	1.404	4.2	1.1	4.3	2.7
방아교	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
여수대교	11:10	8.2	2.7	14.2	7.9	6.3	13.2	6.336	0.684	4.3	0.5	1.5	3.2
세곡천 합류부 (대왕교)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
대곡교 (우)	11:50	7.8	2.3	18.2	15.7	10.9	26.4	13.248	1.356	5.0	1.0	4.3	3.1
대곡교 (좌)	12:45	7.8	2.3	19.0	14.4	11.5	27.2	10.752	1.452	6.4	1.1	3.2	4.3
장지천 합류	12:25	7.6	2.2	18.7	14.1	11.8	23.6	11.664	1.344	5.0	1.0	3.8	3.3
탄천하수 처리장 (탄천1교)	14:40	7.7	1.9	19.4	10.3	6.1	5.6	21.408	0.804	2.7	0.6	10.8	2.3
양재천 합류	15:10	7.7	1.9	19.5	10.9	6.7	14.0	16.560	1.068	4.1	0.9	8.0	2.7
삼성교 (우)	15:20	7.9	2.5	20.7	12.8	11.9	16.0	12.144	1.440	5.5	1.1	4.8	3.2
삼성교 (좌)	15:15	7.8	2.2	19.8	10.9	8.8	10.0	17.040	1.104	3.4	1.0	8.7	2.8
한강합류 (우)	15:47	7.8	2.4	20.6	12.0	11.5	14.4	14.112	1.356	4.4	1.1	4.7	3.2
한강합류 (좌)	15:55	7.6	2.3	19.9	10.8	9.4	10.8	18.960	1.075	3.7	1.0	8.6	2.7
평균		7.9	2.4	18.3	12.0	9.9	19.2	13.796	1.216	4.7	1.0	5.6	3.0
최대		8.3	3.5	20.7	15.7	13.6	49.2	21.408	1.500	7.6	1.1	10.8	4.3
최소		7.6	1.9	14.2	7.9	6.1	5.6	6.336	0.684	2.7	0.5	1.5	2.3

<표 2> 2007년 탄천 수질조사 - 5월 조사(2007년 5월 23일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	10:00	7.8	2.0	19.6	16.6	25.2	105.6	12.528	2.340	12.2	0.9	2.7	3.4
구미교	11:30	7.7	1.3	19.7	11.2	18.5	46.0	11.280	1.044	4.8	0.7	2.7	2.9
방야교	12:30	7.8	1.5	20.9	7.7	6.9	21.6	7.032	0.624	5.9	0.5	0.4	3.5
여수대교	13:10	8.0	1.5	20.8	7.7	8.0	18.0	5.520	0.516	4.8	0.5	0.2	3.6
세곡천 합류부 (대왕교)	15:00	8.9	2.0	23.4	6.7	3.9	9.2	5.136	0.540	7.5	0.4	0.1	3.8
대곡교 (우)	15:40	7.7	1.5	21.9	12.9	20.0	32.4	11.760	1.596	2.4	1.3	5.3	1.2
대곡교 (좌)	16:00	7.8	1.5	22.7	10.5	21.0	14.8	10.704	1.368	4.0	1.2	4.6	2.1
장지천 합류	16:30	7.6	1.1	22.3	11.7	20.0	17.6	13.296	1.308	2.5	1.2	5.5	1.4
탄천하수 처리장 (탄천1교)	17:00	7.5	0.9	21.8	9.3	8.6	4.0	22.656	0.672	2.4	0.6	12.6	1.5
양재천 합류	17:20	7.5	1.5	22.2	9.8	19.0	14.8	17.664	1.068	2.7	0.8	9.1	2.0
삼성교 (우)	17:30	7.7	1.7	22.3	11.1	20.0	15.2	18.048	1.284	2.8	0.9	9.2	1.8
삼성교 (좌)	17:40	7.6	1.6	22.9	10.7	18.5	25.2	13.344	1.500	3.1	1.1	6.2	1.6
한강합류 (우)	18:00	7.7	1.8	22.1	9.1	18.0	18.0	17.520	0.960	2.4	0.8	10.3	1.9
한강합류 (좌)	18:10	7.7	1.6	22.7	11.2	17.0	16.0	13.104	1.404	2.8	1.0	7.0	1.7
평균		7.8	1.5	21.8	10.4	16.0	25.6	12.828	1.159	4.3	0.8	5.4	2.3
최대		8.9	2.0	23.4	16.6	25.2	105.6	22.656	2.340	12.2	1.3	12.6	3.8
최소		7.5	0.9	19.6	6.7	3.9	4.0	5.136	0.516	2.4	0.4	0.1	1.2

<표 3> 2007년 탄천 수질조사 - 7월 조사(2007년 7월 23일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	9:15	7.9	7.4	22.0	9.0	9.8	20.0	6.792	0.592	0.2	0.5	1.5	3.3
구미교	9:45	7.9	7.7	21.4	7.0	6.3	4.4	5.112	0.368	0.6	0.4	1.0	3.1
방야교	10:15	7.1	7.8	22.3	5.4	7.2	14.0	4.056	0.320	0.8	0.3	0.5	3.4
여수대교	10:40	7.8	7.2	22.5	5.1	3.3	8.0	5.424	0.240	1.1	0.2	0.4	3.4
세곡천 합류부 (대왕교)	11:25	7.8	7.7	24.7	4.8	2.7	4.8	3.840	0.200	1.4	0.1	0.1	3.7
대곡교 (우)	11:40	7.4	5.7	24.8	16.2	16.0	24.8	6.216	1.280	0.6	1.0	2.1	2.4
대곡교 (좌)	12:00	7.5	7.2	24.6	7.1	7.4	6.0	6.120	0.592	0.7	0.6	1.2	3.8
장지천 합류	12:15	7.5	6.1	26.4	11.5	9.6	23.2	6.936	0.792	0.6	0.8	1.6	4.0
탄천하수 처리장 (탄천1교)	12:55	7.4	5.9	25.5	11.6	11.1	7.6	19.056	1.200	0.8	1.0	9.8	1.5
양재천 합류	14:34	7.4	5.5	26.0	9.4	8.0	13.2	11.904	0.896	0.8	0.8	5.6	2.8
삼성교 (우)	15:00	7.4	4.6	26.7	11.0	7.4	7.2	7.152	0.880	0.7	0.8	2.3	3.7
삼성교 (좌)	14:54	7.4	5.2	26.2	9.9	8.0	11.2	12.672	1.024	0.6	1.0	5.8	2.6
한강합류 (우)	15:20	7.5	4.6	26.5	18.4	5.6	8.4	11.616	1.000	0.5	1.0	3.9	3.2
한강합류 (좌)	15:13	7.5	5.1	26.2	12.8	8.0	12.0	15.744	1.048	0.7	0.9	11.1	2.6
평균		7.5	6.3	24.7	9.9	7.9	11.8	8.760	0.745	0.7	0.7	3.4	3.1
최대		7.9	7.8	26.7	18.4	16.0	24.8	19.056	1.280	1.4	1.0	11.1	4.0
최소		7.1	4.6	21.4	4.8	2.7	4.4	3.840	0.200	0.2	0.1	0.1	1.5

<표 4> 2007년 탄천 수질조사 - 8월 조사(2007년 8월 23일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	9:40	7.9	5.7	24.0	8.4	4.8	80.0	7.440	0.850	0.7	0.5	1.9	3.0
구미교	9:56	7.8	6.7	24.3	6.4	3.3	25.6	4.656	0.547	1.5	0.4	1.4	2.8
방야교	10:20	8.0	6.7	24.4	5.9	1.0	10.8	2.400	0.427	1.1	0.3	0.5	3.4
여수대교	10:40	8.0	6.6	25.0	5.2	2.5	12.4	4.032	0.350	1.4	0.2	0.1	3.2
세곡천 합류부 (대왕교)	12:00	8.3	7.2	28.2	5.5	2.5	4.4	7.536	0.288	1.5	0.2	2.5	3.3
대곡교 (우)	12:30	7.7	6.0	27.0	16.1	23.5	10.0	7.104	1.195	0.7	0.8	3.3	3.0
대곡교 (좌)	12:25	8.0	6.7	27.5	13.9	19.5	10.8	7.056	1.037	0.9	0.7	2.4	3.5
장지천 합류	12:40	7.6	6.1	27.8	10.0	11.7	5.6	6.576	0.650	0.8	0.6	1.6	3.7
탄천하수 처리장 (탄천1교)	13:15	7.7	5.2	27.1	8.0	7.0	2.4	17.376	0.370	1.1	0.2	9.5	1.4
양재천 합류	13:40	7.8	5.0	27.4	7.4	6.2	10.8	12.912	0.437	1.7	0.3	5.5	2.2
삼성교 (우)	14:05	7.7	4.5	28.7	8.3	12.0	19.6	8.448	0.600	1.4	0.4	2.3	2.8
삼성교 (좌)	14:00	7.7	4.7	28.1	7.7	5.8	8.8	13.200	0.494	1.2	0.3	5.6	2.3
한강합류 (우)	14:15	7.6	4.2	28.5	7.7	5.0	3.6	10.656	0.533	1.2	0.3	4.5	2.5
한강합류 (좌)	14:10	7.6	4.7	27.9	7.2	5.1	4.0	16.896	0.494	1.5	0.3	2.9	2.1
평균		7.8	5.7	26.8	8.4	7.9	14.9	9.021	0.591	1.2	0.4	3.1	2.8
최대		8.3	7.2	28.7	16.1	23.5	80.0	17.376	1.195	1.7	0.8	9.5	3.7
최소		7.6	4.2	24.0	5.2	1.0	2.4	2.400	0.288	0.7	0.2	0.1	1.4

<표 5> 2007년 탄천 수질조사 - 10월초 조사(2007년 10월 5일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	11:05	7.6	6.2	21.4	8.9	8.0	28.0	7.968	1.042	0.4	0.7	0.2	5.4
구미교	11:25	7.8	6.6	21.1	5.2	4.4	12.8	5.712	0.504	0.9	0.4	0.2	3.7
방야교	12:00	7.6	7.0	20.7	3.9	1.6	8.0	6.408	0.485	0.3	0.4	0.1	4.4
여수대교	12:15	7.6	6.8	21.1	3.3	1.2	37.2	4.008	0.336	0.9	0.3	0.1	3.6
세곡천 합류부 (대왕교)	13:10	7.6	6.4	24.8	12.6	35.4	15.6	8.160	1.464	1.1	1.2	5.5	0.0
대곡교 (우)	14:00	7.2	7.0	23.5	12.0	15.5	16.8	7.152	1.464	1.5	1.1	4.0	0.5
대곡교 (좌)	13:55	7.5	7.4	24.0	7.3	18.0	8.4	8.352	1.056	0.8	0.8	2.3	4.3
장지천 합류	13:40	7.5	5.6	23.9	6.4	16.5	5.6	8.064	0.876	0.4	0.7	2.3	4.5
탄천하수 처리장 (탄천1교)	14:20	7.6	6.2	24.2	6.9	2.9	2.8	18.912	0.468	0.7	0.3	9.3	4.6
양재천 합류	15:00	7.7	5.1	23.9	7.2	7.2	2.8	14.208	0.696	0.7	0.5	6.5	4.6
삼성교 (우)	15:20	7.7	4.6	24.9	6.8	8.7	16.8	8.784	0.960	0.5	0.7	3.6	3.1
삼성교 (좌)	15:15	7.7	4.9	24.2	7.6	7.6	4.0	13.920	0.756	0.6	0.5	5.3	4.2
한강합류 (우)	15:35	7.7	4.7	24.5	6.8	14.5	0.8	11.184	0.804	0.7	0.7	4.8	3.3
한강합류 (좌)	15:30	7.7	5.0	24.2	7.1	7.8	6.8	15.888	0.588	0.7	0.5	6.1	4.2
평균		7.6	6.0	23.3	7.3	10.7	11.9	9.909	0.821	0.7	0.6	3.6	3.6
최대		7.8	7.4	24.9	12.6	35.4	37.2	18.912	1.464	1.5	1.2	9.3	5.4
최소		7.2	4.6	20.7	3.3	1.2	0.8	4.008	0.336	0.3	0.3	0.1	0.0

<표 6> 2007년 탄천 수질조사 - 10월말 조사(2007년 10월 31일)

측정지점	측정 시간	pH	DO	온도	COD	BOD	SS	T-N	T-P	클로로 필-a	PO ₄ -P	NH ₃ - N	NO ₃ - N
죽전교	9:30	8.0	7.6	13.7	9.3	8.4	57.6	8.736	1.336	1.6	0.7	2.3	3.0
구미교	9:45	8.1	7.3	13.6	7.6	5.1	15.2	9.456	1.168	0.9	0.8	2.0	2.8
방야교	10:20	8.1	7.0	13.6	5.8	1.4	6.8	5.376	0.832	1.2	0.7	0.8	3.4
여수대교	10:37	8.1	7.3	13.1	5.0	1.7	6.4	6.288	0.608	2.1	0.5	0.7	3.2
세곡천 합류부 (대왕교)	11:45	8.2	10.4	14.0	6.1	3.5	14.4	4.608	0.536	3.9	0.3	0.5	3.3
대곡교 (우)	12:10	7.9	7.1	18.2	16.9	12.9	24.8	10.464	1.304	1.6	1.0	3.5	3.0
대곡교 (좌)	12:23	7.9	7.7	18.2	16.0	14.7	20.0	12.240	1.224	2.0	0.9	3.0	3.5
장지천 합류	12:40	7.9	7.0	18.3	12.9	12.2	14.8	11.760	1.288	1.6	0.9	2.8	3.7
탄천하수 처리장 (탄천1교)	13:10	7.9	6.2	20.4	8.7	5.3	4.0	20.880	0.656	1.6	0.4	12.1	1.4
양재천 합류	13:30	8.0	6.4	19.3	8.5	7.7	7.6	15.120	0.728	1.9	0.5	8.4	2.2
삼성교 (우)	14:05	7.8	6.2	18.4	8.8	5.7	20.8	8.448	0.968	1.3	0.7	4.3	2.8
삼성교 (좌)	14:00	8.0	6.7	19.5	8.4	6.9	7.2	12.816	0.960	1.5	0.6	7.8	2.3
한강합류 (우)	14:20	7.8	5.9	19.1	7.7	6.2	10.0	11.280	0.888	1.4	0.6	6.7	2.5
한강합류 (좌)	14:15	7.8	6.0	19.4	7.9	6.4	8.4	15.552	0.784	1.7	0.6	11.4	2.1
평균		8.0	7.1	17.1	9.3	7.0	15.6	10.930	0.949	1.7	0.7	4.7	2.8
최대		8.2	10.4	20.4	16.9	14.7	57.6	20.880	1.336	3.9	1.0	12.1	3.7
최소		7.8	5.9	13.1	5.0	1.4	4.0	4.608	0.536	0.9	0.3	0.5	1.4

영문 요약

A Study on the Water Quality Management in Tan-cheon(stream) - in Consideration of Water Quality Characteristics and Removal of Submerged Weir -

Project Number	SDI 07-R-17
Research Staff	Yong-Mo Cho (in Charge) Ji-Hee Yang

Re-creation of an ecological stream has recently generated great interests because of increased popularity of walking along the water front for healthier life and upward trend of property price around water front. In order to preserve the stream purity it is necessary to improve the water quality.

In recent year water quality of Tan-cheon(stream) has been seriously worse. Water quality(BOD) of Tan-cheon downstream was 12.0mg/L in the year 2001, 19.8mg/L in the year 2002, 18.1mg/L in the year 2003, 21.9mg/L in the year 2004, and 21.2mg/L in the year 2005. However many of other municipal streams have being dramatically improved.

The purpose of this study is to suggest various management methods of improving Tan-cheon water quality, and to analyze effect of removal of Tancheon's submerged weir. Especially stagnant Tan-cheon downstream caused by submerged weir has affected water quality.

1. Pollutant Load

Generation load was estimated at BOD 112.426kg/day, T-N 24,096kg/day, and T-P 3,214kg/day. The majority was domestic source of GyeongGi-do. Discharged load was estimated at BOD 29,296kg/day, T-N 26,263kg/day, and T-P 1,712kg/day. Sewage disposal plant source is a primary factor of discharged load. Concentration load was BOD 6,154kg/day, T-N 5,070kg/day and T-P 315kg/day, and the percentages were BOD 21.0%, T-N 19.0% and T-P 18.4%.

2. Present water quality characteristics in Tan-cheon

In this study, the water sample of Tan-cheon was analyzed sixth times (twice at each season, except winter season) at 14 sample points from upperstream point (Jukjeon, Yong-In) to downstream point (Samsung-dong). Bang-a bridge (BOD) was lowest to 1.0 mg/L in August and Jukjeon bridge was highest to 25.2 mg/L in May. Especially the water quality concentration in the right bank of stream at Daegok bridge was significantly higher than any other points, because this point was influenced by effluent discharge of Tan-cheon and Sung-nam sewage disposal plant, and the water flow in Tan-cheon downstream was stagnant.

T-N concentration was higher in the downstream than in the upstream for all season, and higher in Spring and Fall than Summer. Averaged T-P concentration in Spring was 1.2 mg/L, and Chlorophyll-a of downstream concentration was 50th times higher than lake eutrophication standard (10 µg/L).

3. Hydrodynamic Modeling in Tancheon Downstream

Removal of Tan-cheon submerged weir can drastically affect the water level indeed and the water level can drop by about 63~89% in the dry season. On the other hand, it has been predicted that smooth water flow will result in higher water velocity. Therefore removal of the weir will improve water quality of the downstream.

4. Aggravation Factor of Tan-cheon water quality

There are four factor :

- (1) Small volume of water in Tan-cheon,
- (2) Contaminated discharged water at Tan-cheon and Sung-nam sewage disposal plant,
- (3) Effect of first-flushing of rain,
- (4) Stagnant flow of water and eutrophication by Tan-cheon submerged weir.

5. Policy Recommendation

In short, there are four basic recommendations, all directly drawn from our studies.

Firstly, remove the actual Tan-cheon submerged weir; stagnation water can be prevented.

Secondly, introduce of an advanced sewage disposal plant; It is necessary to get a higher level of satisfaction;

Thirdly, manage the first-flushing of the rain; There are two options to control first-flushing of rain, which are to prepare a physical chemistry treatment at the outlet of rain effluent as a downstream defender, and to install many storm water tanks.

Table of Contents

Chapter I Introduction

Chapter II Overview of Tan-cheon area and biota

Chapter III Analysis of pollutant load in Tan-cheon

1. Generation pollutant load
2. Discharged pollutant load
3. Concentration pollutant load

Chapter IV Present water quality characteristics in Tan-cheon

1. Change status of Tancheon's water quality
2. Tan-cheon water quality in 2007

Chapter V Hydrodynamic modeling in Tan-cheon downstream

1. Analysis on effect of Tancheon submerged weir
2. Water quality modeling for Tan-cheon downstream

Chapter VI Management methods of improving water quality in Tan-cheon

1. Aggravation factor of Tan-cheon water quality
2. Management methods of improving water quality

Chapter VII Summary and policy recommendation

- **References**
- **Appendices**

시정언 2007-R-17

**수질특성과 수중보제거를 통한
탄천 수질개선 방안**

발행인 정문건

발행일 2007년 12월 31일

발행처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화 (02)2149-1154 팩스 (02)2149-1199

값 10,000원 ISBN 978-89-8052-521-8-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.