# 김해 대청천 유역의 오염원 등 현황조사 및 관리대책

윤 조 희

경남지역환경기술개발센터

# 요 약 문

## Ⅰ. 제목

김해 대청천 유역의 오염원 등 현황조사 및 관리대책

## Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

김해 대청천은 불모산을 발원으로 계곡을 따라 김해 신도시인 장유지역을 가로질러 흐르는 하천으로 주말이나 여름철에는 많은 사람들이 찾아오는 자연발생유원지 형태의 하천으로서 주변 지역의 점오염원에서 유입되는 오염물질과 산림과 인근주변 농경지나 토지 등의 비점오염원으로부터 유입되는 오염물질, 그리고 유원지 내에서 발생하는 오염물질 등이 하천에 유입되어 하천수질이 악화되고, 이로 인한 부영양화 현상 및 조류의 발생 등으로 물고기가 집단 폐사하고, 부정기적으로 수질오염 발생이 빈번이 일어나 이 지역 주민이나 찾아오는 내방객들에게 불쾌감을 줄 뿐 만 아니라 하천 생태계에 악영향을 미치고 있는 실정이다. 특히, 대청천은 장유신도시를 관통하고 있어 많은 주민들의 휴식처임에도 불구하고 체계적으로 관리가 되고 있지 않아 하천 생태가 파괴되어 가고 있다. 이러한 측면에서 하천의 생태학적 복원과 친수공간으로 이용가치를 높이고자 김해세에서는 생태하천으로의 복원을 추진하고 있으나, 풍갈수기의 유량변화에 따른 수질오염현황, 수생 생태 등에 대한 현황조사가 거의 이루어져 있지 않은 상태에서 추진되고 있어, 대청천에서 발생하는 부영양화, 조류 등의 수질오염현황, 수생생태현황 및 문제점 등 기초조사를 통하여 생태하천으로의 복원 및 수질보전을 위한 정확한 관리 대책 방안을 필요가 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 대청천 주변지역의 점오염원과 비점오염원 등에서 발생하는 수질오염물질의 현황과 오염특성을 파악하고, 유역의 수생 생태계의 현황조사 및 분석을 통해서 수질개선을 위한 대책 및 하천생태계 보호와 관광지로서의 이미지를 제고할 수 있는 수질정책 수립에 있어 기초자료를 제공하고자 한다.

대청천 유역의 주요 수생 식물상과 어종 분포 현황 등 수생 생태계의 현황조사와 분석, 강우시/비강우시의 하천수질 변화 특성 조사, 점/비점오염원을 포함한 오염의 현황과 토지이용현황 등을 조사함으로서 유역의 오염원 현황과 오염원 변화 추이를 분석하여 하천수질개선을 위한 기초 자료를 확보하고, 부정기적으로 발생되고 있는 수질오염과 부영양화로 인한 조류 발생 현황과 그 원인 분석을 통해 하천

수질보전을 위한 효과적인 관리방안을 도출하고자 한다.



## Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

| 연구내용 | 연 구 범 위 |
|---|---|
| ○ 육상오염물질의 하천 유입에 관한 국내외 자료 수집 | - 국내 국공립기관 및 국외 관련자료 수집<br>- 수질자료로부터 관련 내용 분석 |
| ○ 조사대상 지역의 오염원 현황 조사와 대표지점 선정 | - 대청천 상류부터 하류까지의 대표적인 수질채수지점 선정<br>- 수질채수지점 선정의 적합성 분석<br>- 조사지역의 현장 답사 및 오염배출원에 대한 기초조사 자료 수집 |
| ○ 조사대상 지역의 수생태계 현황조사 및 분석 | - 주요 수생 식물상 및 어종 분포 현황 조사<br>- 질병을 매개할 수 있는 유해유충의 발생여부 파악 |
| ○ 강우시/비강우시 하천의 공간특성에 따른 오염물질 배출특성 조사 | - 강우시 하천 주변지역에서 유출되는 비점오염원에 대한 특성분석<br>- 비강우시 하천에 유입되는 오염원의 특성과 하천에 미치는 영향 조사 |
| ○ 공간적/계절적 범위에 대한 하천 주변지역의 오염물질 배출 특성 조사 | - 조사항목으로서 BOD, COD, SS, T-N, T-P 등의 오염물질 조사 |
| ○ 수집 및 분석한 수질 결과를 바탕으로 연구의 완성도 실현 | - 오염원 및 수질조사를 바탕으로 관리대책 수립<br>- 지역주민의 폭 넓은 의견 수렴 위한 세미나 및 심포지움을 개최하여 실효성 있는 관리대책을 수립<br>- 대청천 자연형 하천 정화사업과 연계하여 경남도, 김해시 해당과와 협의 검토 및 연구조사의 결과를 바탕으로 지자체 여건에 맞는 지역정책을 수립하여 보고서의 완성도 제고<br>- 수질조사 결과 및 수집된 국내외 자료를 바탕으로 보고서 완성 |

## Ⅳ. 연구결과

### 1. 수질 조사 결과

□ pH 변화 : 조사기간 중 pH 변화는 1차 조사에서 6.07 ~ 8.48, 2차 조사에서 6.03 ~ 8.86, 3차 조사에서는 Site 1 지점의 유량이 전혀 없어 측정이 불가능 하였으며, 6.69 ~ 8.63으로 조사되었다.

□ 온도 변화 : 조사기간 중 온도 변화는 1차, 2차, 3차에 걸쳐 조사한 결과 하천 상류지역인 St. 1에서 각각 18.4℃와 20.1℃로 최저값을 보였으며, 3차 조사시 유량 부족으로 온도의 측정이 불가능하였으며, 하천 하류로 내려갈수록 온도는 증가하는 경향을 보였다.

□ DO 변화 : DO(용존산소)변화는 하천수의 포화상태에 가까운 농도를 보이고 있으며, 1차 조사에서는 최저 8.53mg/L에서 최고 10.67mg/L로 나타났고, 2차 조사에서는 최저 7.74mg/L에서 최고 15.36mg/L, 3차 조사에서는 St.1을 제외한 지점에서 7.85mg/L에서 13.4mg/L로로 측정 되었다. 1, 2차 및 3차조사에서 최고값을 보인 지점은 St. 12로 각각 10.67mg/L, 15.36mg/L 및 13.4mg/L로 나타났는데, 현장조사 당시 조류의 번식을 확인 할 수 있었다.

□ SS 변화 : SS 농도는 하천 상류지역의 SS 농도는 상당히 양호한 상태를 보이고 있어나 양쪽 계곡이 만나는 인공폭포에서 다소 높은 값을 보이고 있는데, 이는 행락철 내방객의 물놀이 등의 영향으로 사료된다. 또한 하천이 흐르면서 다소 낮은 수치를 보이다가 하천 하류지역의 SS 농도가 높게 나타나는데 이는 하천 하류지역에서 발생하는 조류의 영향으로 사료된다.

□ $BOD_5$ 변화 : 상류지역(St.1, St.3)의 $BOD_5$ 농도는 0.1mg/L에서 0.8mg/L로 아주 깨끗한 하천을 보였으나, 하천 합류점인 St. 5 지점의 인공폭포를 기점으로 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 하류지역(St. 12, St. 13)에서는 1차, 2차 및 3차 조사결과가 1.9 mg/L에서 3.1mg/L로 나타났다. 2차 조사에서 St.4, 5 지점에서 $BOD_5$의 측정값이 높게 나타나는 것은 여름철 행락객의 영향으로 판단되며, 하류로 진행하면서 2mg/L의 측정값을 보여주고 있다.



□ COD 변화 : COD 역시 BOD의 변화값과 비슷한 경향을 보이고 있으며, 상류지역 St. 3 과 St. 4 지점에서 2차 조사결과 값이 1차 조사에 비해 상당히 높게 나타났는데, 이는 현장 조사 할 당시에도 행락철 내방객의 물놀이를 하고 있을 정도로 많은 내방객에 의한 영향으로 사료된다. 하류로 갈수록 COD의 농도가 증가하다가 하류지역에서 5.2mg/L에서 5.6mg/L의 값을 보였다.

□ T-N 변화 : 대청천에서의 T-N 변화는 1차 조사시 최저 0.534mg/L에서 최고 2.358mg/L, 2차 조사시 최저 0.551mg/L에서 최고 2.974mg/L로 측정되었다. 3차 조사에서는 St 1의 측정이 불가하였으며, 0.546mg/L에서 1.554mg/L로 측정되었으며, 1차 조사시에는 능동천 합류 후 지점인 St.10에서 2차 조사시에는 우렁이 양식장 앞인 St. 12에서 최고 농도를 보였다. 전 조사지점에서 St. 12 지점의 결과값이 높게 나타났다. 하류지점에서 높게 나타난 것은 양식장에서 배출되는 배출수의 영향이 클 것으로 판단되었다.

□ T-P 변화 : T-P의 변화는 1차, 2차 및 3차 조사에서 0.004 mg/L에서 0.372 mg/L로 폭넓은 변화를 보였으며, 하류로 갈수록 T-P의 농도가 높게 측정되었다. 하류지점에서 8월에 높게 나타난 것은 양식장에서 배출되는 배출수의 영향이 클 것으로 판단되었다.

□ 양식계 : 대청천 하류 유역의 논에는 상당수의 우렁이 양식을 하고 있으며, 우렁이의 먹이로 조류, 플랑크톤 등을 배양하기 위하여 다량을 비료를 사용하고 있어 이에 대한 대책이 필요하다. T-N이 86.2 mg/L, T-P가 23.3 mg/L로 고농도 T-N, T-P가 하천에 유입되고 있었다. 특히 이 지역은 수중보가 있는 지역으로 양식장에서 배출되는 유량을 감안한다면 배출되는 영양염류 부하량은 상당하며 다량의 조류에 배출수의 영향이 많을 것으로 판단되었다.

<표 1> 우렁이 양식장 주변 하천수의 오염물질 농도(2008년 여름)

(단위 : mg/L)

| 구 분 | T-N | T-P |
|---|---|---|
| Site 12 주변지역 | 86.2 | 23.3 |

## 2. 유량조사 결과

<표 2> 유량조사 결과

(단위 : $m^3$/day)

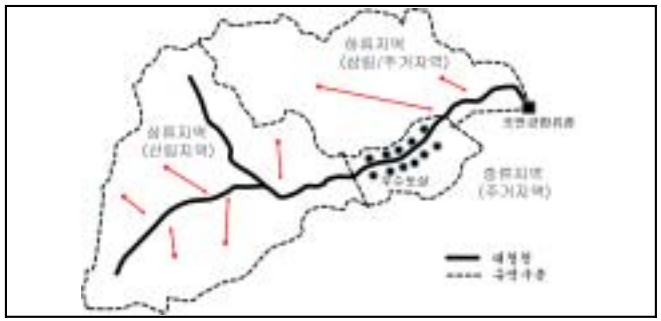
| 구 분 | 2008년 7월 9일 | 2008년 8월 9일 | 2008년 10월 4일 |
|---|---|---|---|
| Site 1. | 341 | 143 | 유량없음 |
| Site 10. | 12,895 | 4,462 | 1,327 |
| Site 11. | 11,886 | 4,987 | 1,362 |
| Site 12. | 13,521 | 4,938 | 1,354 |
| Site 13. | 26,249 | 10,589 | 2,842 |

## 3. 오염원 현황

### □ 대청천의 권역별 구분

각 권역의 특징으로, 상류지역은 전형적인 산림지역으로 자연발생한 대청계곡 유원지가 있으며, 장유사와 상류부근에 좋은 경관과 함께 요식업이 밀집되어 있는 권역이다(산림지역). 중류지역은 1996년도 개발된 장유신도시가 개발된 지역으로 아파트가 밀집된 주거와 상업지역으로 이루어져 있으며, 우수토실로 하수의 유입이 진행되고 있으며, 특히 갈수기에는 하천의 유량에 비해 오염물질의 량이 상당히 유입되고 있는 실정이다(주거지역). 하류지역은 구 시가지와 전답으로 이루어진 평평한 지역으로 주로 논농사와 양식장 및 주거/상업 및 일부 공장이 혼재되어 있고, 상류쪽에는 능동 저수지가 있다. 대청천의 유역 특성상 대청천으로 유입되는 비점오염원은 상류지역과 하류지역의 유역면적이 크며, 중류지역에서는 대청천 주변으로 길게 늘어선 아파트 단지로 중류역 차지하는 부분은 적은 것으로 조사되었다.

비점오염원 하천유입부하량 산정은 비점오염원(토지계)의 발생부하량에 대해 삭감량을 제외한 량으로 산정하였으며, 대청천 유역에 토지계 삭감량(토지유출수가 저류조, 인공습지 등의 자체 정화시설에서 제거되는 삭감량(수질오염총량지침)이 없는 것으로 가정하였다.




<그림 1> 대청천 유역의 권역별 오염물질 유입 추정도



### □ 대청천 유역 오염물질 유입 예측

<표 3> 대청천 유역 오염물질 유입량 예측

| 구 분 | | 건기시 | | | 우기시 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BOD | T-N | T-P | BOD | T-N | T-P |
| 상류지역 (산림지역) | 점오염원 | 169.41 | 92.74 | 12.19 | 169.41 | 92.74 | 12.19 |
| | 비점오염원 (토지계) | - | - | - | 28.87 | 31.68 | 2.19 |
| 중류지역 (주거지역) | 점오염원 | - | - | - | - | - | - |
| | 비점오염원 (토지계) | - | - | - | 87.77 | 17.95 | 2.34 |
| 하류지역 (산림/주거지역) | 점오염원 | - | - | - | - | - | - |
| | 비점오염원 (토지계) | - | - | - | 144.47 | 41.07 | 4.36 |
| 총 계 | | **169.41** | **92.74** | **12.19** | **430.52** | **183.44** | **21.08** |

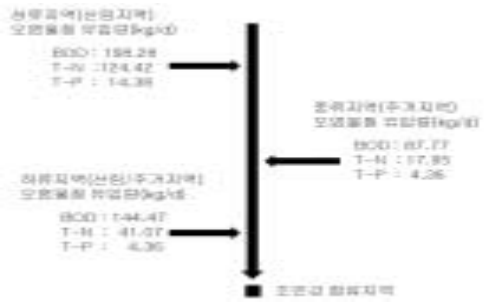
### □ 건기시 대청천 유입 오염물질의 물질수지

건기시 대청천으로 유입되는 오염물질의 물질수지를 나타내었다. 물질수지 결과 건기시 상류지역에서 BOD 169.41, T-N은 92.74, T-P는 12.19 kg/d의 오염물질의 유입이 추정된다. 하천을 흐르는 동안 BOD는 132.37(78.14%), T-N은 63.89(68.89%), T-P는 8.84(72.52%) kg/d 정도 자연감소가 되는 것으로 추정되며, 최종적으로 조만강 합류지점의 오염물질 부하량은(실측자료) BOD가 37.04 kg/d, T-N은 28.85 kg/d, T-P는 3.35kg/d 로 나타났다.

<그림 2> 건기시 대청천 오염물질 물질 수지

□ 우기시 대청천 유입 오염물질의 물질수지

<그림 3>은 우기시 대청천 상류지역에서 하류지역까지 대청천으로 유입되는 오염물질의 유출 부하량을 물질수지로 나타내었으며, 상류지역은 점오염원에서의 유출되는 부하량과 비점오염원인 토지계에서 유입되는 량을 합하면, BOD는 198.2 kg/d, T-N은 124.42kg/d, T-P는 14.38kg/d의 오염물질이 대청천으로 유입되며, 중류지역에서는 BOD 87.77, T-N 17.95, T-P 4.36 kg/d가 유입되고, 하류지역에서는 BOD, T-N, T-P 가 144.47, 41.07, 4.36kg/d 가 각각 유입되는 것으로 나타났다.



<그림 3> 우기시 대청천 유입 오염물질 물질 수지

4. 대청천의 하천자연도 평가 결과

하천 상류지역으로 분류한 Site 1 ~ Site 7까지의 계곡에 대한 하천 자연도 평가결과는 1등급으로 나타났다. 하천의 형태 및 하천 환경을 판단하는 자연도 평가에서는 상당히 좋은 것으로 평가되었으나 하천변을 따라 음식점 및 위락시설 등이 존재하고 있으며 여름 피서철에 많은 향락객이 내방하고 있어 향후 하천관리에 점오염원으로서의 오염물질의 유입이 있을 수 있어 이에 대한 대책 등이 요구되어진다. 특히, 상류지역에서는 업소에서 배출되는 오염부하량이 많아 이들에 대한 대책이 필요하다.

하천 중류지역에 해당하는 Site 7 ~ Site 10의 하천 자연도 평가결과는 최하위급에 해당하는 5등급으로 평가되었는데, 이는 하천이 환경친화적이 아님을 의미한다. 중류지역은 장유신도시를 통과하는 유역으로 도시화 및 하천정비로 인하여 하천의 직강하 및 하천 바닥의 콘크리트 포장 등 하천 본래의 기능과 형태를 상실한 하천



의 형태를 보이고 있었다. 특히, 이 지역에서는 어류의 서식이 어려운 하천환경으로 생태하천 복원시에 이러한 점을 고려하여 설계 및 시공을 하여야 한다. 또한 일급수질을 유지하기 위해서는 비점 오염원이 배출되는 우수토구의 관리와 오접/파손으로 인한 생활오수의 하천 유입 등을 억제할 수 있는 관리대책을 수립하여야 한다. 갈수기의 유량확보를 위해서는 빗물의 이용방안과 처리수의 재활용 등을 고려하여야 하며, 하천 주변적의 투수율을 올리는 방안 등도 동시에 강구하여야 할 것이다.

하천 하류지역 Site 10 ~Site 13은 하천 자연도 평가결과 3등급 정도로 평가되었는데, 하류로 구분된 위쪽에 해당되는 Site 11에서는 하천의 형태와 하천환경이 비교적 양호하였으나, Site 12, Site 13의 하류쪽에서는 수로의 굴곡 및 종횡사주 등이 하천 상류에 비해 상당히 낮은 값을 보였으며, 수면폭/하천폭비는 거의 1에 가까운 결과 값을 나타내어 향후 김해시에서 대청천에 대한 생태하천 정비시에는 이러한 사항을 고려하여 설계 및 시공을 하여야 할 것으로 판단되었다. 특히, 하류유역에 위치한 우렁이 양식장에서 배출되는 배출수의 관리는 하류의 수질을 양호하게 유지하기 위해서는 필요한 사항으로 사료되었다.

<표 4> 대청천의 하천자연도 평가결과

| 부문 | 항목 | 상류 (Site 1 ~ Site 7) | 중류 (Site 7 ~ Site 10) | 하류 (Site 10 ~ Site 13) |
|---|---|---|---|---|
| 하천형태 | 수로의 굴곡 | 1 | 4 | 4 |
| | 종·횡사주 | 1 | 5 | 4 |
| | 흐름의 다양성 | 1 | 5 | 4 |
| | 저질 다양성 | 1 | 5 | 2 |
| | 저수로 폭다양성 | 1 | 5 | 3 |
| | 저수로 호안공 | 1 | 5 | 1 |
| | 제방호안 재료 | 1 | 5 | 2 |
| | 부문합계 | 7 | 34 | 20 |
| | **부문평균** | **1.0** | **4.9** | **2.9** |
| 하천환경 | 저수로변 식생 | 1 | 5 | 2 |
| | 홍수로 식생 | 1 | 4 | 3 |
| | 제내 지수변 역토지이용 | 1 | 5 | 4 |
| | 제외지 홍수터 토지이용 | 1 | 5 | 3 |
| | 횡방향 인공구조물 | 1 | 4 | 2 |
| | 수질(BOD) | 1 | 2 | 3 |
| | 수면폭/하천폭비 | 1 | 2 | 1 |
| | 부문합계 | 7 | 27 | 18 |
| | **부문평균** | **1.0** | **3.9** | **2.6** |
| **평가결과(등급)** | | **1** | **5** | **3** |

## 5. 어류상 조사 결과

대청천의 어류서식현황을 조사한 결과 대청천에는 피라미, 참갈겨니, 끄리, 잉어, 붕어, 긴몰개, 왕종개, 자가사리, 은어, 꺽지, 동사리, 밀어, 배스 등 13종의 어종이 서식하고 있으며, 대부분이 산간계류형 하천으로 많은 어종의 서식은 어려우나 참갈겨니와 같은 산간계류에서 주로 서식하는 어종이 대량으로 서식하기 좋은 구조를 가지고 있다. 또한 서식이 확인된 13종중 6종이 한반도 고유종으로 고유화 빈도가 높았다.

<표 5> 대청천에서 채집된 어류목록

| 종 명 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 개체수 | 상대 풍부도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cypriniformes 잉어목** | | | | | | | | | | |
| **Cyprinidae 잉어과** | | | | | | | | | | |
| *Zacco platypus* 피라미 | | 1 | | | 3 | 54 | 82 | 2 | 142 | 15.60 |
| *Zacco koreanus* 참갈겨니 | | 129 | 119 | 118 | 101 | 78 | 37 | | 582 | 63.96 |
| *Opsariichthys uncirostris amurensis* 끄리 | | | | | | | | 2 | 2 | 0.22 |
| *Cyprinus carpio* 잉어 | | | | | | | | 3 | 3 | 0.33 |
| *Carassius auratus* 붕어 | | | | | | | 8 | 6 | 14 | 1.54 |
| *Squalidus gracilis majimae* 긴몰개 | | | | | 15 | 18 | 23 | | 56 | 6.15 |
| **Cobitidae 기름종개과** | | | | | | | | | | |
| *Iksookimia longicorpa* 왕종개 | | | | | | | 5 | | 5 | 0.55 |
| **Siluridae 메기목** | | | | | | | | | | |
| **Amblycipitidae 퉁가리과** | | | | | | | | | | |
| *Liobagrus mediadiposalis* 자가사리 | | 1 | | | | | | | 1 | 0.11 |
| ***Salmoniformes* 연어목** | | | | | | | | | | |
| **Osmeridae 바다빙어과** | | | | | | | | | | |
| *Plecoglossus altivelis* 은어 | | | 1 | 21 | 38 | | 4 | | 64 | 7.03 |
| **Perciformes 농어목** | | | | | | | | | | |
| **Centropomidae 꺽지과** | | | | | | | | | | |
| *Coreoperca herzi* 꺽지 | | | 13 | 4 | 1 | 8 | 3 | | 29 | 3.19 |
| **Odontobutidae 동사리과** | | | | | | | | | | |
| *Odontobutis platycephala* 동사리 | | | | | | 1 | 2 | | 3 | 0.33 |
| **Gobiidae 망둑어과** | | | | | | | | | | |
| *Rhinogobius brunneus* 밀어 | | | | | | | | 1 | 1 | 0.11 |
| **Centrachidae 검정우럭과** | | | | | | | | | | |
| *Micropterus salmoides* 배스 | | | | | | | | 8 | 8 | 0.88 |
| **어 종 수** | **0** | **3** | **3** | **3** | **5** | **5** | **8** | **6** | **13** | **100** |
| **개 체 수** | **0** | **131** | **133** | **143** | **158** | **159** | **164** | **22** | **910** | |

대청천의 어류에 있어서 생태적으로 도입어류의 대량방류, 하천개수공사, 오폐수의 유입 등으로 다소 불안정하나 어류의 과별 서식 빈도를 볼 때 우리나라의 전형적인 중소규모의 하천의 모습을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

대청천은 거의 모든 구간이 산간계류형 하천이나 친수공간을 조성하기 위한 수변의 공원화와 하천 정비공사 등이 일부 이루어져 지면서, 획일적이면서 일률적으로 조성되어 St. 7의 상류 부분은 산지형 하천이 평지형 하천으로 변형되어 어류의 서식지 교란이 심한 곳이다. 하천에 있어서 많은 어종이 서식하기위해서는 여울과 소, 정수역, 수변식생, 수질 등의 여러가지 서식지형태는 필요하나 하천개수공사시 하천형태와 상관없이 획일적인 판단과 공법으로 시공하는 것은 원래 하천의 기능을 저하시킬 것으로 판단된다. 따라서 지형적 특징 즉 하천구배와 하천구조. 하천에 서식하고 있는 생물의 특징들을 고려하여 산지형 하천은 산지형 하천에, 평지형 하천은 평지형 하천에 맞는 친수공간을 조성해야 할 것이다.

또한 하천의 형태와 하천상황, 서식 가능한 생물의 양을 고려하지 않은 무분별한 어종의 대량방류는 하천에 서식하고 있는 토착어종의 먹이 및 서식환경을 파괴하여 기존의 유지되고 있던 생태계를 교란시킬 가능성이 매우 높은 것으로 판단된다. 특히 토착어종의 보호와 증식이 대두되고 있는 현재 어종의 도입과 친수공간의 확보 보다는 점오염원과 비점오염원을 줄이고 시민 홍보를 통한 토착어종의 보호에 힘써야 할 것이다.

## 6. 식물상 조사 결과

본 조사지역에 분포하는 식물종군은 66과 136속 162종 22변종으로 총 184 분류군이 기록되었다. 이중 가장 많은 종은 벼과 23종, 국화과 18종, 콩과와 장미과가 각각 13종, 12종으로 나타났다. 특히 벼과 식물과 국화과 식물이 전체의 약 22.3%를 차지하고 있다. 국화과 식물에는 망초, 미국가막사리, 서양민들레, 개망초, 쑥 등은 하천주변에서, 벼과 식물은 달뿌리풀, 돌피, 메귀리, 강아지풀 등은 대부분 하천, 논과 밭 등의 경작지 주변에서 출현하였다. 그 외에 쇠뜨기, 애기똥풀, 며느리배꼽, 메꽃, 여뀌, 고마리, 버드나무, 명아주, 돌콩, 소리쟁이, 환삼덩굴, 개비름, 토끼풀, 달맞이꽃, 단풍잎돼지풀, 점나도나물, 쇠별꽃, 진득찰, 비노리, 개쑥부쟁이, 배초향, 들깨풀, 실새풀, 수까치깨 등이 출현하였다.

본 조사지역에 분포하는 수생식물은 라운키에르의 생활형중에서 HH(Hydrophyte)에 해당되는 종들만 수생식물로 판단한 결과, 부들, 말즘, 검정말, 줄, 세모고랭이, 좀개구리밥, 물옥잠, 마름, 물상추 등 9종류가 분포하였으며, 9종의 모든 종들이 하류역에 분포하였다.

본 조사지역에는 노거수 및 보호수는 분포하지 않았다.

<표 6> 조사지역의 식물상 현황

| 분류군 / 항목 | | 과 (Family) | 속 (Genus) | 종 류 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 종 (Species) | 변종 (Variety) | 품종 (Forma) | 아종 (Subs.) | 총 계 |
| 양치식물 | | 3 | 3 | 2 | 1 | - | - | 3 |
| 나자식물 | | 1 | 1 | 1 | - | - | - | 1 |
| 피자식물 | 쌍자엽식물 | 49 | 94 | 121 | 13 | - | - | 134 |
| | 단자엽식물 | 13 | 38 | 38 | 8 | - | - | 46 |
| 총 계 | | 66 | 136 | 162 | 22 | - | - | 184 |

## 7. 대청천 관리대책

하천관리는 수량관리와 수질관리, 그리고 생태 관리로 크게 구분할 수 있는데, 수량관리는 최근까지만 해도 이수 및 취수관리가 주요 관심사였고 수질관리는 유역 내 환경기초시설 설치를 통한 점오염원처리 등에 초점을 두었으나, 최근 하천환경의 중요성이 부각되면서 하천관리는 수량관리와 수질관리가 통합된 이·치수 및 하천환경관리를 3대 요소로 나타낼 수 있다. 이수기능은 각종 용수의 기능이 있고, 치수관리는 유수통제, 홍수조절 등이 있으며, 환경관리는 하천 보전 및 복원, 하천 유지유량 확보, 하천 생태계 및 식생보전 등이 있다. 이와 같은 하천의 3대 기능은 수량과 수질의 바탕 위에서 이루어지며, 특히 적절한 수량이 확보되지 않은 상태에서는 하천의 기능이 이루어 질 수 없다. 최근 도시를 관통하는 하천의 경우 합류식 관거에 의한 하수의 차집과 유역의 불투수층의 증가에 의한 지하수함량의 저하 및 과다취수 등으로 인한 기저유출의 감소로 하천유량이 감소하거나 건천화되어 하천 생태계유지에 문제점으로 대두되고 있다. 대청천도 이와 유사한 현상을 보이고 있는 하천이었다. 따라서 본 연구에서는 앞에서 조사한 하천 특성과 오염원 현황 조사를 바탕으로 3개 권역으로 구분하여 하천관리방안을 제시하고자 한다.

### □ 대청천 상류의 현황과 문제점

대청천 상류지역의 유역환경은 대청천 좌측 계곡은 일반 음식점 등이 상당히 존재하고 있으며, 우측계곡은 하계절에 행락객에 의한 쓰레기 등의 오염이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 또한 계곡형 하천으로서 건기시 하천이 급경사를 이루고 있어 하천 유지 유량이 부족하여 상대적으로 오염부하량이 증가하는 것으로 나타났다.

### □ 대청천 상류의 관리방안

상류지역의 관리방안으로는 하천의 수리 수문 특성조사, 점오염원/비점오염원에 대한 제어와 하천의 지속적인 모니터링과 주민 계몽 등이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

◎ 하천의 수리수문특성조사
- 구체적인 유역/수문특성 파악
- 기준 갈수량/수질 조사

◎ 점오염원 제어
- 처리수의 저류화
- 처리기준의 강화 및 공동처리
- 공공화장실 설치

◎ 비점 오염원 제어
- 피서철 행락객의 입장제어



- 쓰레기 투여방지 : 되가져오는 방안 강구
- 환경친화적 주차장 및 샤워시설확보

◎ 지속적인 홍보 및 모니터링
- 주민참여 계몽

### □ 대청천 중류의 현황과 문제점

대청천 중류지역인 주거지역은 하계절에는 상류지역의 행락객에 의한 쓰레기 투기 등으로 인한 오염이 이루어지고 있으며, 도시화로 하천정비가 이루어져 하천의 직·강하로 인한 자정기능의 상실, 콘크리트 설치로 휴식/여가공간 기능의 상실을 초래하고 있으며, 지하수 개발로 인한 하천의 건천화 및 오수의 우수토실로 배출되어 대청천의 오염을 가중시키는 것으로 조사되었다. 또한 주변지역의 무분별한 경작으로 인한 시비가 수질오염의 원인으로 파악되었다. 은어를 방류하고 있으나 중류지역의 하천형태상으로는 어류가 서식하기 어려운 형태를 가진 하천으로 정비된 상태로 향후 생태하천 복원사업을 실행할 경우에는 이러한 점들을 고려하여 시행되어야 할 것이다.

### □ 대청천 중류의 관리방안

중류지역의 관리 방안으로는 수질과 수량 모두 관리할 필요가 있는 것으로 조사되었다. 유량부분에서는 하천의 수리수문 특성조사와 더불어 생태하천 유량 확보방안이 강구되어져야 할 것이며, 수질/생태부분에서는 생태하천 복원에 관한 관심과 오염물질 저감방안 등이 강구되어져야 할 것이다. 목표수질을 유지하기 위해서는 장유신도시의 하수관거관리를 철저히 하여 오접이나 파손 등으로 인한 생활오수의 하천유입을 억제하여야 한다. 또한 강우시에 비점오염원의 유입은 중류지역에 많은 오염부하량이 유입되고 있으므로 이들의 관리가 필요하다. 생태부분에서는 어류의 서식이 거의 어려운 형태로 되어 있었다.

◎ 하천의 수리수문특성 조사
- 기중 갈수량/수질 조사
- 유역의 면적, 하천형태, 지하수 등 유역특성조사
- 오염원 유입경로 파악

◎ 생태하천 유량확보방안
- 기존 : 하수관거의 정비
  하천주변 저류시설의 이용 (저수지, 저류지, 우수저류지)
  하천구간별 우수토실의 개선 (강우량조사)
- 생태하천유량 : 다단식 저류지
  빗물(전처리-저류-침투-이용) 저류조, 처리수 재이용
  천변정화습지/수변습지, 유역식생대/침투시설 등

- 안정적 하천유지용수의 확보 (건천화 방지)
  : 처리수 재이용, 빗물이용, 하천의 사행화, 지하수 개발 제한

◎ 생태하천 복원
- 저수로 복원 : 사행하천
- 하안복원 : 자연형 식생호안, 다공질 호안, 여울
- 어류서식지 복원 : 자연재료도입, 하중도, 어도설치 등

◎ 오염물질 저감 방안
- 점오염원 : 하수관거 관리시스템-오접, 파손방지 효율화/신규시설의 관리효율화
- 비점 오염원 : 우수저류/ 침투시설-초기우수의 하수처리장 이송시스템관리

□ 대청천 하류의 현황과 문제점

대청천 하류지역은 하천의 직강화와 콘크리트 설치 및 보설치로 인한 퇴적물의 퇴적과 하천의 물흐름의 정체, 복개된 능동천에서 오염물질의 유입과, 고속도로 및 지방도로에서 강우시의 오염물질 유입, 주변지역의 농경지에서 유입되는 시비 및 우렁이 양식장에서 유입되는 오염물질의 증가로 인하여 하천에 부영양화 현상이 나타나고 있으며, 주변 특성상 내방하는 낚시객 등에 의해서 버려지는 쓰레기 및 소각재 등이 오염원인 것으로 조사되었다.

□ 대청천 하류의 관리방안

대청천 하류의 하천관리 방안은 수질 유지 및 하천의 수리수문특성조사와 더불어 생태하천 유량의 확보 방안과 친환경적인 수변공간 조성 등이 필요할 것으로 판단되었다. 수질은 내적요인인 퇴적물의 효율적 관리와 외적 요인인 점/비점 오염원 차단(양식장의 배출수, 농경지 시비 등)을 제어할 필요가 있으며 수중보의 효과적인 관리방안을 강구하여야 한다.

◎ 하천의 수리수문특성조사
- 기존 갈수량 조사
- 유역의 면적, 하천형태 등 유역특성조사
- 오염원 배출경로 파악 등

◎ 생태하천 유량확보방안
- 자연생태하천 저수로 복원 : 사행하천
  하안 복원 : 자연형 식생호안, 다공질 호안, 여울/소
  홍수터 복원 : 샛강, 하도습지, 천변습지
  서식처 복원 : 자연재료 도입, 하상, 어조설치, 수제, 하중도
- 친환경적 하천터(둔치)의 복원 : 비점오염원 저감, 야생동물의 다양한 서식처 제공 동식물의 서식을 위한 최소유량확보
- 농경지 비점 오염원 및 양식장의 오염원 효율적 관리



◎ 자연친화적인 수변공원 조성
- 자연관찰, 체험하는 생태테마공원 조성
- 현장체험 경험, 복원운동의 실질적 참여기회 제공
- 주민 협의체 구성

□ 대청천 유입 오염물질의 저감 방안

<상류>

◎ 피서철 계곡의 효율적 관리
- 환경친화적 주차장 확보, 유입원인의 제한, 오염물질방치 및 투기억제를 위한 지속적인 계몽과 홍보, 교육 등

◎ 점오염원 관리 : 분산형 마을 하수도 설치, 공공화장실 및 샤워장 설치 등

<중류>

◎ 점오염원 관리 : 지속적인 하수관거 정비, 하수의 오접/파손에 따른 하천 유입방지(신규시설의 관리)

◎ 비점오염원 : 초기강우 유출수의 하천유입억제, 저감시설설치(식생정화수, 여과대, 인공습지, 저류지, 침투도량, 침투형저류지, 장치형시설 등)
- 우수토실의 정비 - 초기우수의 처리(저류시설, 못, 침투형 저류지 등)
- 우수 이용방안, 처리수 재이용 방안 강구
- 근원적 발생억제 : 나대지 식생조성,
- 둔치 경작급지 - 인공저류습지조성

<하류>

◎ 농경지 시비 및 양식장 배출수의 효율적 관리
- 비료의 적정 시비 및 보급관리, 저감시설설치 등

◎ 저감시설설치
- 식생정화수, 여과대, 인공습지, 저류지, 침투도량, 침투형저류지, 장치형시설 등

◎ 둔치 경작금지
- 지속적인 감시, 주민계몽 및 홍보

◎ 낚시
- 적정시기 및 회수, 쓰레기 회수 방안, 주민 홍보 및 계몽 등

◎ 하천바닥의 주기적 준설

## Ⅴ. 연구결과의 활용계획

본 연구과제의 결과는 대청천 수질 개선 및 효율적인 관리를 위한 정책자료로 활용 할 예정이며, 자연발생 유원지인 대청천 유역의 비점오염원 등과 수생태계 및 식물상 등의 조사를 통해 부정기적으로 발생하는 수질오염과 부영화 현상 및 조류의 발생을 억제 할수 있는 관리 정책 수립시 기초자료로 제공할 예정이다. 또한 환경부의 자연친화형 하천 및 생태하천 복원사업시 중요한 자료로 제공 될 것이다.

□ 대청천 수질 개선 및 효율적인 관리을 위한 정책자료로서의 활용

- 불모산 계곡인 자연발생유원지내의 대청천에 대한 수질오염의 원인 등을 규명함으로서 효율적인 대청천 관리를 위한 기초자료로 활용
- 부정기적으로 발생하는 수질오염과 부영양화 현상 및 조류의 발생을 억제할 수 있는 관리 정책 수립시 기초자료 제공
- 대청천 수생 생태계 조사로 건강한 수생태계의 확보를 위한 기초자료로서 활용이 가능하며, 나아가 자연친화형 하천, 생태하천 복원사업시 중요한 자료로 제공 될 것임

□ 김해시 및 경남도의 자연발생 유원지의 관리방안 수립에 있어 기초자료로 제공

- 김해시 및 경남도의 자연발생 유원지에 관리방안과 수질오염에 대한 대책 수립 시 기초자료로서 활용
- 하천 및 호소내의 부영양화 현상의 방지와 조류 발생 억제에 대한 정책자료로서 활용
- 환경부 생태하천 복원사업 및 자연친화형 하천 사업의 시행시 하천 수질개선에 대한 기초자료로서 활용

□ 연구결과를 전국 규모의 학회 발표 또는 학회지에 게재하여 관광지 주변 하천에 대한 효율적인 하천 관리 방안 및 대책을 제안 할 것임