

용인지역 탄천 수질정화를 위한 연구

< (주)엔비넷 김 영 규 >

1. 연구개요

1.1 연구 필요성 및 연구배경

- 탄천 및 낙생저수지의 수질개선 및 수생태계 복원을 통해 친수공간 제공 등 국민 물복지 향상에 대한 주민요구가 증대
- 최근 하천환경은 하도의 직강화 및 콘크리트 타설, 제방 축조 등으로 인해 자연성이 파괴되었고, 도시화와 산업화의 급속한 확대로 생활하수나 공장폐수 등이 소통하는 배수로가 되어버려 수질이 점점 악화되어 가고 있음.
- 용인시 성남시 탄천 수질개선을 위한 협약 체결(2013. 7)에 따라 탄천에 유입되는 각종 오염물질에 대하여 발생원인 및 지점을 조사하여 탄천 상류지역 수질개선을 위한 대책 마련과 수질개선사업 국비지원 공동협력을 위한 기초자료 활용하기 위함

1.2 연구목표

- 탄천에 유입되는 각종 오염물질에 대하여 발생원인 및 오염도를 조사
- 수질개선 및 수생태계 복원을 위한 기초자료
- 탄천 상류지역 수질개선을 위한 대책 마련

1.3 연구의 범위 및 내용

- 탄천 상류지역(탄천, 성북천, 정평천, 동막천, 손곡천)의 오염부하량, 배출특성 및 유출량 조사 등 오염원인제시하고 특성파악, 차별성, 오염분포를 지도로 표시, 해결방안제시, 수질개선 매뉴얼작성
- 탄천 및 지천 갈수기 적정유량 산정
- 수지하수처리장 탄천 수질 및 유량 기여도 분석,
- 우수관 오수 유출에 따른 저감대책 추진

- 탄천 오리보 동절기 오염물질 원인 조사 및 효율적 처리대책
- 고기하수처리장 용량 부족에 따른 낙생저수지 수질오염 기여도 비율 확인 후 문 제점 및 해결방안 제시

2. 탄천 지역의 환경 현황

2.1 탄천 지역의 사회 현황

탄천은 유역면적이 302km², 유로연장이 35.6km, 유로면적이 191km², 유역최고표고 469m, 평균하폭이 230m으로 용인시에서 발원하여 성남을 거쳐 서울수서로 흐르는 하천이다. 탄천 유역의 2013년도 토지 이용 현황은 총 면적 61,117,118m²로 분포는 다음 표와 같다. 전체 면적 중 임야와 대지가 각각 47.2%, 22.2%로 가장 넓은 면적을 차지하는 것으로 조사되었다. 인구 밀도가 높은 지역인 풍덕천동과 죽전동, 상현2동이 전체 면적 중 각각 5.8%, 9.5%, 3.4%를 차지 하고 있다. 총면적의 19%에서 총인구의 47%가 거주하고 있다.

2.2 탄천 지역의 환경 현황

시가지역의 하수 처리구역 중 하수도관이 합류식인 지역은 없고 모두 분류식인 것으로 조사되었다. 시가지역 중 하수 처리구역은 93.7%이며 미처리구역은 6.3%로 조사 되었다. 비 시가지역 중 하수 처리구역은 92.8%이며 미처리구역은 7.2%로 조사 되었다. 조사된 기업체수는 131개소이며 대부분의 업소가 상수도와 지하수를 주로 사용하는 것으로 조사 되었다. 탄천으로 유입되는 하수처리장은 수지레스피아가 110,000m³/일, 상현레스피아가 13,000m³/일이 발생하여 탄천의 수량을 유지하는 측면이 있으나 오염원으로 작용하고 있다.

3. 현장 조사

3.1 시료 채취 및 분석 방법

시료의 보존, 채취 및 분석은 수질오염공정시험법의 시료 보존 및 채취 방법에 따라 하였다. 시료를 채우기 전에 시료로 3회 이상 씻은 다음 채취하였고, 침전물 등이 부상하여 혼입되지 않도록 주의하여 채취하였다.

3.2 하천 수질 현황

마북천과 합류후인 탄천의 중상류($\epsilon-3$)의 오염도는 성북천과 합류하기 전인 탄천 중하류($\epsilon-4$)로 이동하면서 하천의 자정작용이 작용하여 오염도가 감소하는 것으로 나타났다. 수지하수리장 방류수가 흐르는 성북천과 합류후인 $\epsilon-5$ 의 유량은 187,768m³/일, COD는 8.8mg/L, BOD는 2.4mg/L, T-N은 8.1mg/L, T-P는 0.246mg/L, SS는 9.5mg/L로 증가하는 것으로 나타나 성북천의 오염도가 탄천의

수질오염에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3.3 탄천 오리보의 동절기 오염물질 원인조사 및 효율적 처리대책

단순히 수지레스피아 방류수만의 거품발생은 적게 나타났으나 성북천의 물에 떨어지면서 거품발생은 더 크게 나타났다. 수지레스피아 방류수를 150-200rpm으로 흔들 경우 오리보의 거품발생과 유사하게 나타나 수중보의 낙차에 의해 폭기 및 와류되면서 기포가 발생하고 무속에 존재하는 부영양화된 유기물질과 계면활성제등이 반응하여 기포가 빨리 제거되지 않고 지속되는 거품으로 발생하는 것으로 평가된다. 수지레스피아의 방류수의 부영양화를 일으키는 유기물질과 인의 방류수농도를 강화하여 물의 용존유기물질의 농도를 낮추고 부영양화물질을 제거하여 거품현상을 일으킬 수 있는 하천정체구간의 사상성 부착조류, 남조류등을 발생을 억제하여야 한다. 또한 방류수의 계면활성제의 농도(0-0.19mg/L)는 낮지만 유기물질을 함유하는 탄천의 물에서는 거품현상을 일으킬 수 있어 계면활성제의 농도도 낮출 필요가 있다.

3.4 우수관등 배출구의 우수 유출에 따른 저감대책 추진

탄천 상류부터 동막천이 합류되는 지점까지 배수구의 수는 72지점, 우수관 32개 지점, 성북천에서 탄천까지의 배수구 수는 69지점, 우수관 39개 지점, 정평천의 배수구는 수는 44지점, 우수관 23개 지점, 동막천의 배수구 수는 28지점, 우수관은 12개 지점, 동막천과 합류되는 지점까지 배수구는 수는 31지점, 우수관 8개 지점에서 물이 흐르는 것을 확인하였다. 우수가 아닌 배출구에서 나오는 오염원에 표찰을 부착하여 지속적인 관리가 요구된다.

3.5 하천 시설물 현황

탄천에 설치된 보의 수는 오리보까지 확인된 지점이 27지점, 정평천에서 성북천까지 합류되는 지역에서 확인된 지점이 23지점, 성북천에서 탄천까지 합류되는 지역에서 확인된 지점이 50지점, 손곡천에서 동막천까지 합류되는 지역에서 확인된 지점이 8지점, 동막천에서 탄천까지 합류되는 지역에서 확인된 지점이 18지점이었다. 설치된 보로 인하여 물의 흐름이 영향을 받아 보가 비교적 낮은 쪽으로 흘러 물이 정체된 곳도 있었으며 정체된 곳에서 악취가 발생하기도 하였으며 물고기가 상류나 하류로 이동하지 못하는 곳도 있어 정비가 필요한곳이 있었다.

3.6 식물플랑크톤(낙생저수지)

낙생저수지 조사 정점에서 2015년 1차(6월)와 2차(10월) 조사에서 출현한 식물플랑크톤 출현종은 총 5강 21속 33종이었다. 분류군 가운데 규조류가 11속 14종으로

가장 다양하였으며, 다음으로 녹조류가 6속 10종, 남조류가 3속 5종, 갈색편모조류 1속 2종, 유글레나류가 1속 2종순으로 조사되었다. 식물플랑크톤 우점종은 녹조류인 *Scenedesmus maximus*가 52.6%의 점유율, 다음으로 남조류인 *Merismopedia tenuissima*가 22.2%의 점유율로 우점하였다.

3.7 저서성 대형무척추동물 조사

저서성 대형무척추동물은 총 3문6강11목19과25종이 확인되었으며, 오리보에서는 3문4강6목6종이 관찰되었다. 출현종을 분류군별로 살펴보면, 연체동물문이 4종(16.0%), 환형동물문이 5종(20.0%), 그리고 절지동물문이 2강7목12과16종(56.0%)이었다. 절지동물은 갑각류가 2종, 수서곤충류가 5목10과14종이었다. 수서곤충류에서의 구성형태는 하루살이목이 5종(20.0%)으로 가장 다양하였으며 날도래목이 4종(16.0%), 파리목이 3종(12.0%), 잠자리목과 딱정벌레목이 각 1종(각 4.0%)의 순으로 서식양상을 나타내었다. 이에 오리보에서는 연체동물문 1종, 환형동물문 2종, 절지동물문에서 하루살이목, 파리목, 날도래목이 각각 1종씩 출현하였으며, 이러한 출현 양상은 오리보 상류에 비해 출현종 다양성이 떨어지는 것을 볼 수 있다. 전체 평균 종다양성지수는 평균 1.68의 값을 나타내 전반적으로 불량한 수환경임을 나타내고 있는데, 오리보의 경우 1.06으로 다른 조사지점에 비해 가장 낮은 수치로 수환경은 매우 불량한 상태로 사료되며, 오히려 하류인 구미교 지점은 동막천의 합류로 종다양도 지수는 오히려 올라가는 양상을 볼 수 있다.

4. 소하천 건천화 대응 방안

4.1 건천화의 원인

- 탄천에는 건천화된 하천이 2개로 도시화로 인한 불투수층의 증가로 집중강우 시 지하침투량의 부족으로 인한 하천에 오염물질의 유입 등의 문제가 심각함.
- 대형하수처리장의 건설에 의한 가정 등에 사용한 모든 물을 하수처리장으로 유입하기 때문에 문제가 발생함.

4.2 하천 건천화 방지 방안

- 대형하수종말처리장의 수질개선과 방류수의 재이용수를 이용한 방안
- 분류식 하수관거의 정비로 우수나 계곡수, 지하수 등의 유입 방지
- 하천의 상류구간 등에 소규모 하수처리장을 건설하여 방류수를 이용한 하천의 유지용수를 공급하는 방안
- 건천화의 체계적인 방지를 위한 관리체계의 구축과 법적, 제도적 개선과 지원
- 도시개발 시 우수 등을 이용한 물 순환시스템과 우수를 이용한 하천 유지용수 확보

5. 탄천 수질개선 방안

5.1 기본방향 설정

자연 상태의 하천은 침전, 폭기구조, 여과, 미생물처리, 식생처리, 생물 및 먹이 연쇄에 의한 오염물의 처리를 기본으로 한다. 하천의 수생식물이나 어류, 양서류, 수서곤충을 보호하는 하천정비를 한다. 하천의 굴곡, 포기구조, 여울과 소의 구조, 모래와 자갈상태를 보전한다. 하천의 수서곤충을 보호하는 하천정비: 하천은 다양한 수생식물이나 어류, 양서류, 수서곤충 등 다양한 하천 생물의 서식지가 존재하고 있다.

5.2 하천구조물의 개선

- 하천구조물의 기능성을 파악하고 기능을 상실한 시설물에 대해서는 철거.
- 기능성은 있으나 파손되어 제기능이 어려운 경우에는 구조물 보수 후 이용.
- 현재 가동되고 있는 가변보의 보 운영 계획의 효율화.
- 수질 여건별 수생태계, 악취, 조류발생, 민원 등 쾌적한 물환경 여건 달성과 상관도 분석을 통해 수질개선 문제해결 도출

5.3 수지하수처리장 탄천 수질 및 유량 기여도 분석

수지하수처리장은 11만톤에서 15만톤으로 증설작업을 진행하고 있으며 증설과 동시에 하수관거가 정비되어 오염원이 직접 하천으로 유입되지 않고 하수처리장에서 처리되어 유출되므로 수질개선효과가 클 것으로 보인다. 현재 수지하수처리장의 방류수질농도는 방류수 수질기준에는 적합하나 BOD의 농도는 4.3 ppm으로 하천수 수질등급인 보통인 (3.5-5 ppm)을 초과하였으며 총인의 농도가 0.359 ppm으로 하천수 수질기준인 V등급(0.3-0.5ppm) 으로 특히 인의 농도가 높아 하천의 부영양화를 일으켜 하천이 썩을 염려가 있고 수질개선대책이 요구된다.

5.4 우수관 오수 유출에 따른 저감대책 추진

탄천에 유입되는 배출구중 우수관이 아닌 배수구에 대한 오염원처리가 요구된다. 우수가 아닌 배출구에서 나오는 오염원에 표찰을 부착하여 지속적인 관리가 요구된다.

5.5 오리보의 개선방안

탄천의 상류와 수지레스피아의 방류수가 흐르는 성북천에서 발생하는 계면활성제의 오염도를 줄이고 하수처리장에서 유입되는 인의 농도에 의한 하천의 부영양화가능성으로 조류의 성장이 나타나고 유기오염물의 분해과정에서 발생하는 악취, 거품의 원인 되므로 하수처리장의 방류수를 고도처리할 필요가 있음

5.6 탄천 유역 민관협의체 관리방안

민·관협 협의체를 통하여 탄천 시민 및 시민단체의 자발적인 참여를 유도하고 자문가 그룹의 활용과 지자체의 행정적, 재정적 지원을 유도하는 추진체계의 구성이 요구된다. 현재 진행된 탄천에 위치한 하천의 수질개선을 위한 민간단체와 전문가, 지자체를 포함하는 탄천 수질개선을 계획 수립 총괄하는 기구로 탄천유역관리 위원회를 구성하여 시민과 시민단체의 자발적인 탄천수질과 유역을 관리할 수 있도록 유도하여야 한다. 실무작업반은 각 위원회에 속한 실무책임자를 두어 탄천 수질개선계획 업무를 진행중에 발생하는 문제점과 방안을 도출하고 실무적으로 해결하는 것이 바람직하다.

5.7 연구결과의 활용계획

- 탄천 수질관리 대책 외 수질개선 방안으로 활용
 - 수질 여건별 수생태계, 악취, 조류발생, 민원 등 쾌적한 물환경 여건 달성과 상관도 분석을 통해 수질개선 문제해결 도출
- 탄천 수질개선을 위한 세부사업 추진전략 제시
 - 수질개선 사업·기술 등 조사·분석 자료를 토대로 탄천의 여건에 맞는 수질관리 기본방향 및 추진전략을 제시
- 용인시 성남시가 공동협력을 통한 사업비 확보방안 활용
 - 탄천 수질개선을 위한 방지대책 및 각종 수질개선사업 등으로 국비지원 등 근원을 마련