

# 요 약 문

## I. 제목

수영강 유역의 난분해성 유기물질의 성상 및 거동 규명

## II. 연구의 목적 및 필요성

최근 부산시는 ‘수영강 생태복원 2020 프로젝트’를 기획하고 수영강에 연어가 돌아오는 강으로 만들고자 계획하고 있다. 수영강 생태복원 프로젝트인 연어가 돌아오는 강으로 복원하고자 한다면 최소한 2급수는 되어야 하나, 지금처럼 분류식 하수관거 미비로 인한 비점오염이 대량 유입되는 상태에서는 어려운 일이다.

부산발전연구원은 부산지역 하천의 수질목표에 관한 연구논문을 발표하며 수영강의 하천 수질목표를 BOD 2.9 mg/L의 2급수로 제시하였다. 그러나 수영강 하류부 지천의 동천교 지점의 수질을 측정한 결과 BOD 8.3 mg/L의 4등급으로 조사되었다. 그러므로 현재 수영강의 경우 생태복원에 앞서 수영강의 수질 개선이 무엇보다 중요하므로, 수질개선이 우선적으로 진행하여야 한다. 또한 수영강은 유량이 적고, 유속이 느려 유기오염물의 유입시 조류가 생성되어 부영양화가 빈번하게 일어날 가능성이 높다. 수영강의 유기성 수질 모니터링은 BOD 위주로 이루어져 왔으나, 비점오염원의 유입과 조류의 대번성으로 인한 난분해성 유기물질의 농도와 거동을 측정하는 데에는 한계가 있다. 이러한 문제점들 때문에 환경부에서는 향후(2012.12, 환경정책 기본법 시행령 개정) 수질환경기준에 총유기탄소(TOC) 항목을 추가하여 관리할 예정에 있다. 따라서 본 연구에서는 수영강에서 BOD 위주의 수질관리를 개선하기 위하여 유기물질의 농도와 거동을 더욱 신뢰성 있게 측정할 수 있는 지표인 TOC 위주의 수영강 수질 모니터링을 실시하여 향후 수영강 수질 개선 방안에 대한 보다 과학적이고 정확한 자료를 제시하고자 한다.

### III. 연구의 내용 및 범위

- 수영강의 과거자료와 비교할 수 있는 지점을 선택하고, 수영강 상·하류 지점과 지천의 지점을 선정하여 시료를 채취하고자 한다.
- 조사 횟수 및 조사 시기는 통계청의 BOD, COD, TOC 자료를 분석하여 경향을 파악하고, 연중 BOD, COD, TOC 변동이 크게 나타나는 시기를 파악, 조사 횟수를 선정하고자 한다.
- 수영강의 특성을 고려하여 하천수의 TOC/COD<sub>Mn</sub>, RTOC/COD<sub>Mn</sub> 등의 상관관계를 바탕으로 난분해성 유기물의 성상, 발생부하량 기여도를 조사 할 예정이며, 선정지점의 시료채취는 강우의 영향을 파악하여 수행하고자 한다.
- 하천수의 기존유기물질 수질측정 자료(BOD, COD)와 난분해성 유기물질(RDOC) 사이의 회귀분석을 실시하여 수영강의 유기물 수질을 체계적으로 비교하고자 한다.

### IV. 연구결과

#### 1. 수영강 유역의 기초 수질 조사

- 수영강 유역의 난분해성 유기물질의 배경도를 파악하기 위하여 수영강 본류 6지점을 선정하여 기초수질분석을 실시하였으며, 상류에서 하류로 갈수록 수온과 pH가 상승하는 경향을 보였으나 해수가 유입되는 원동 지점부터는 pH가 낮아지는 경향을 보였다.
- 수영강 유기물 농도(BOD, COD, TOC)의 경우 매월 BOD는 회동에서 가장 높은 농도를 보였으며 COD와, TOC는 원동과 과정에서 가장 높은 농도를 보였다. TOC의 경우 원동과 과정 지점에서 높은 값을 보였는데, 월별에 따라 농도 차이가 있었으며, 이는 조석차이에 의한 영향으로 보인다.
- 수영강 하천수의 생분해(BDOC) 실험을 진행한 결과 수온이 15~25 °C 사이인 5월에 가장 높은 생분해율을 보였으며, 특히 해수가 유입되는 원동과 과정 지점에서 생분해율이 50 % 이상으로 높은 생분해율을 보였다.
- 수영강 하류부의 석대천의 경우 일정 수량을 유지하기 위하여 동부하수처리장의 방류수를 석대천 중류에서 방류하여 수량을 유지하였으며, 방

류수 방류 후 유기물 농도(BOD, COD, TOC) 농도와 총인이 급격히 증가하였다.

## 2. 강우시 수영강의 수질 특성

- 수영강의 특정지점을 선정하여 강우 시 수영강에서의 수질오염물질의 유출특성을 파악하고자 하였다.
- 수영강의 경우 강우시 지속시간 30분 후부터 DO 농도가 증가하다 강우지속 시간 1시간 이후부터는 DO 농도가 급격히 감소하였으며, BOD, COD, TOC 역시 강우 지속시간 30분 후부터 급격히 증가하였다가 강우지속 시간 1시간 이후부터는 감소하기 시작하였다. 강우가 지속됨에 따라 BOD, COD, TOC의 농도는 지속적으로 증가와 감소를 반복하였다.

## 3. 수영강 하류의 조석차이에 의한 수질 특성

- 수영강 하류는 바다와 인접한 감조하천으로 조수간만의 차이로 인하여 저조와 만조 시 수영강 하류의 수질 특성이 다름을 알 수 있었다.
- 수영강 하류의 조수간만에 차이에 따라 전기전도도를 제외한 탁도, BOD, COD, TOC의 농도는 저조 시 보다 만조 시에 낮게 나타났으며, 전기전도도는 해수유입으로 인해 저조 시 보다 만조 시에 높게 나타났다.

## 4. 유기물 기원에 따른 유기물 성상 분류

- 난분해성 유기물의 기원파악을 위하여 낙동강 수계 9개 지점 및 난분해성 유기물의 주된 내·외부 발생원인 산림(활엽수, 침엽수, 계곡수), 흙(논흙, 밭흙), 조류, 습지 등의 기원별 시료에 대한 유기물 성상분석을 하였다.
- 수영강의 유기물의 기원을 파악하기 위해 난분해성 유기물의 주된 내·외부 발원인 산림(계곡수, 낙엽, 부식질)과 습지, 습지퇴적토, 논흙, 밭 흙, 하천 퇴적토에서 유기물질을 추출하여 유기물 성상을 분류하였으며, 유기물 기원 시료 중 계곡수는 친수성인 hydrophilic 성분이 50 % 이상을 차지하였으며 hydrophobic 40.09 %, transphilic 9.61 %의 성분 분율을 보였다. 습지

와 조류의 경우 각각 hydrophilic 37.22 %, 41.88 %, hydrophobic 48.95 %, 45.51 %, transphilic 13.83 %, 12.61 %의 분포로 가장 유사한 성분 분포를 보였다. 계곡수를 제외한 유기물 기원 시료는 hydrophilic 성분보다 소수성인 hydrophobic 성분이 높았다. 특히 습지퇴적토, 하천퇴적토, 논흙의 경우 DOM의 성상이 서로 유사하였으며, 장기간에 걸친 미생물에 의한 분해의 영향을 받아 상대적으로 난분해도가 높은 hydrophobic 성분이 55 % 이상의 분포를 보였다.

- 각 수원의 종류와 유기물 기원 시료를 XAD 이온교환 수지를 이용하여 유기물 성상 분류를 하였을 때 DOM 성상을 hydrophilic과 hydrophobic (hydrophobic base, fulvic, humic), transphilic를 DOC 비율(%)로 나타낼 수 있었다. 하천수의 경우 계절적 변화에 따른 성상의 차이가 나타났으며, DOM의 hydrophilic과 hydrophobic이 비슷한 분포를 나타내었다. 그러나 계곡수, 낙엽, 부식토 등의 유기물 기원 시료의 경우 시료의 특성상 DOM의 성상이 뚜렷하게 나타났음을 알 수 있었다.
- 수영강 하천수를 이용하여 유기물 성상을 분류하였을 때 수영강 상류부터 하류까지 전반적으로 친수성보다는 소수성이 높게 나타났으며, 수온이 상승한 5월보다는 수온이 낮은 3월에 소수성 성분이 더 높았음을 알 수 있었다. 또한, 수영강의 전 지점에서 7월에 소수성이 70 % 이상의 분포를 보였다.

## 5. 유기물 지표간의 상관관계 분석

- 수영강 유기물 지표중 COD/TOC, COD/RDOC를 상관관계를 분석한 결과 COD와 TOC는 상관관계가 0.3552 로 낮게 나타났으며, COD와 RDOC 역시 0.4956 으로 다소 낮게 나타났다.
- 수영강의 유기물의 기원을 파악하기 위해 난분해성 유기물의 주된 내·외부 발생원인 산림(계곡수, 낙엽, 부식토)과 습지, 습지퇴적토, 논흙, 밭 흙, 하천퇴적토에서 유기물질을 추출하여 유기물 성상을 분류할 수 있었으며, 수영강 상류는 밭흙과, 수영강 하류는 낙엽과 가장 유사한 경향을 나타냄을 알 수 있었으며, 유기물 성상에 관한 종합적인 자료는 향후 수영강 유기물 변화 및 분석에 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

## V. 연구결과의 활용계획

- 수영강 내 유기물의 TOC 농도 및 화학적 성상에 대한 연구결과는 수영강의 난분해성 유기물의 근원과 거동 및 이동경로를 파악할 수 있을 것이다.
- 본 연구결과를 통하여 난분해성 유기물질의 농도 및 성상을 나타내고, 기존의 유기물 지표인 BOD와 COD 값을 보완하여 생분해 유기물과 난분해 유기물 농도를 정량화 하는데 유용한 지표를 제시할 수 있을 것이다.
- 난분해성 유기물질에 대한 연구결과는 향후 하천의 수질관리를 위한 새로운 과학적인 근거를 제시할 수 있을 것이다.