

부산연안 특별관리해역에서의 COD와 TOC간의 상관관계 연구

I | 연구목적 및 필요성

- 환경정책기본법 시행령 환경기준 개정으로 하천과 호소의 화학적산소요구량(COD) 기준이 총유기탄소(TOC) 기준으로 변경되었고(2016.1.1.), 하수도법 시행규칙과 물환경보전법 시행규칙 개정으로 공공하수처리시설, 분뇨처리시설 및 공공폐수처리시설 방류수의 유기물질 관리지표로 적용하던 COD 기준도 '20년 1월 1일부터 TOC 기준으로 전환됨
- 부산연안 특별관리해역 연안오염총량관리에서는 COD가 목표수질로 설정되어 있는 바, 하천수, 하수처리수 등에서 얻어지는 TOC 데이터를 유기적으로 활용하기 위해서는 부산연안 해수에서의 COD와 TOC 수질의 상관관계를 면밀히 파악할 필요성이 있음

II | 연구개요

- 대상 : 수영만 해역 5개 정점(해운대, 수영만, 남천만, 해운대 및 광안리해수욕장)
- 조사기간 : 2020년 2월~8월(연 5회 : 2, 5, 6, 7, 8월)
- 조사항목
 - 수질측정항목 : COD, TOC, DOC, Chl-a, SS 등
 - 현장측정항목 : 수온, 염분농도, pH 등
- 연구내용
 - 유기물질 및 영양염류 오염도 조사
 - 최근 5년(2016~2020)간 COD와 TOC간의 상관관계 비교
 - 기타 오염지표(투명도, Chl-a, SS 등)와 COD와의 상관관계 분석
 - 유기물질 영향인자(수온, pH, 염분) 조건에 따른 상관관계 분석
 - 타 정점의 분석결과를 활용한 결과치 검증

III | 연구결과

- 유기물 오염도
 - 수영강의 직접 영향권에 위치해 있는 수영만 정점이 모든 항목에서 가장 높음
 - COD의 분산정도가 TOC에 비해 상대적으로 높은 경향임
 - COD의 경우 중앙값 대비 평균값이 상대적으로 높음
 - 연간 수질흐름을 살펴보면 여름철에 상대적으로 수질이 높음
- 영양염류 오염도
 - 육상오염물질의 직접 영향권인 수영만 정점의 농도가 상대적으로 높은 경향임
 - 유기물질 추이와 동일하게 여름철에 상대적으로 높은 수질 유지
- COD와 TOC간 상관관계 분석
 - 『 $COD = 1.60 \times TOC - 0.834$ 』
 - 피어슨 상관계수(r, Coefficient of Correlation)는 0.822(<0.01)이고, 유의확률이 0.000(<0.01)으로 나타나, 유의한 정적(+) 상관관계가 확인됨
 - TOC 농도가 높은 구간에서 가장 높은 상관관계 확인

- 낮은 농도 범위($\leq 1.5\text{mg/L}$ as TOC)의 유기물을 갖는 시료에 대해서는 상관성이 지극히 낮음
- TOC 농도 2.0 mg/L 보다 큰 구간에서는 결정계수(r^2) 0.683으로 $|r^2| \geq 0.65$ 를 만족하는 수준이므로 회귀식으로 TOC와 COD간의 상관관계를 도출함에 있어서 어려움이 없을 것으로 판단됨
- 기타 오염지표(투명도, Chl-a, SS 등)와 COD와의 상관관계 분석
 - COD를 기준으로 하여 도출된 피어슨 상관계수는 T-P(0.884), TOC(0.875), T-N(0.858), Chl-a(0.700) 순으로 상관성이 높게 나타남
 - 염분의 경우 COD 농도와는 음(-)의 상관관계인 -0.714 임을 알 수 있었는데, 이는 담수가 직유입되는 정점의 경우 담수가 비점오염물질 유입에 직접 기여하기 때문임
 - 요인분석(factor analysis) 결과, KMO와 Bartlett의 구형성 검정 결과값은 0.675으로써 일반적인 적정값인 0.6 이상이므로 변수 선정이 적정한 것으로 해석됨
 - 제1요인(factor 1)은 T-P, TOC, COD, T-N, 염분, 클로로필 a, 수온이었고, 제2요인(factor 2)은 TSS, VSS 이었으며, 제3요인(factor 3)은 POC, DOC, 투명도로 확인되었으며, 제4요인(factor 4)은 pH 단일 항목으로 추출되어 pH는 어느 인자와도 상호관계가 없는 것으로 분석됨
- 유기물질 영향인자(수온, pH, 염분) 조건에 따른 상관관계 분석
 - 저수온에서는 낮은 상관관계, 고수온에서는 상대적으로 높은 상관관계
 - : 여름철 고수온 조건에서 높은 강수량에 의한 육상오염물질 유입과 식물성 플랑크톤의 증식에 따른 높은 내부생산량이 원인임
 - 저농도 염분 구간에서 높은 상관관계
 - : 강우 후 육상오염물질의 유입에 따른 고농도 유기물질의 영향으로 판단됨
 - pH는 구간별 상관계수의 차이가 크지 않았음
- 타 정점의 분석결과를 활용한 결과치 검증
 - 실제 측정값 대비 정확도 평균 77.6%(56.9%~95.8%)
 - 개별 정점별 연평균 정확도의 경우 모든 정점의 정확도가 50% 이상임

IV | 정책연계방안

- 연안오염총량관리 2차년도('20~'24) 목표수질 설정 및 이행도 평가시 활용
- 연안해역의 수질오염사고 등 발생시 오염저감을 위한 기초자료 제공