

다변량 해석에 의한 낙동강 하구해역 수질특성의 평가

장주형*, 박청길, 이석모
부경대학교 환경공학과

1. 서 론

낙동강 하구해역은 육상의 영향을 받는 환경요인과 해양의 영향을 받는 요인들이 상호 복합적으로 연계되어 계절적으로 복잡·다양한 환경특성을 나타내는 곳이다.

과다한 유역 인구나 공단지역의 산재로 인한 오염물질의 유입으로 낙동강은 부영양화가 진행되었으며, 낙동강 하류지역의 해수역류에 따른 염해를 방지하고 안정적 용수공급을 목적으로 1987년에 축조된 하구둑으로부터 오염된 하천수가 수문의 개·폐에 따라 부정기적으로 하구해역에 유입되고 있다. 따라서 해수와 담수의 자연적인 교류가 차단되어 안정적인 기수(汽水) 생태계가 파괴되었으며 하구둑 상부는 유속의 정체, 담수화, 오염물질의 축적 등으로 수질이 더욱 악화되어 많은 생물종이 멸종하였고, 하구둑 하류부는 해수화, 해류의 변화에 의해 조간대 감소 등으로 생물상이 크게 변하고 있다. 게다가 공단 및 택지조성을 위한 매립사업은 생태계 변화를 가속화시키고 있는 실정이므로 하구 생태계의 장기적인 보전대책이 요구되고 있다.

그런데, 하구 생태계는 물리·화학적 요인은 물론 생물학적인 과정이 상호 유기적으로 연결되어 있어서, 현장 관측치들의 단순 비교·분석 방법뿐만 아니라 축적된 관측자료들을 대상으로 이를 집약된 항목으로 표현하는 다변량 해석법의 적용이 해역의 수질관리에 유용하다 하겠다. 다변량 해석법은 한가지 이상의 변수들이 서로 상관관계를 맺고 있어서 직접적으로 해석하기 어려운 변수들간의 구조적 상관관계를 원래 변수보다 적은 수의 인자를 상정하여 분석하는 방법이다. 최근 복잡한 자연적인 수질환경의 영향인자를 분석하고 변동구조의 해명 등을 통한 수질의 종합평가에 대하여 많은 연구가 호소나 하천은 물론 해역에서도 광범위하게 적용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 다변량 해석법의 일종인 요인 분석(Factor Analysis)법과 군집 분석(Cluster Analysis)을 이용한 낙동강 하구해역의 시·공간적 수질변동 특성을 파악하여 해역의 수질관리를 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

낙동강 하구 해역의 수질 특성을 조사하기 위하여 8개의 채수 정점을 선정하여 1994년부터 1996년까지는 월 2회, 1997년은 월 1회씩 총 82회에 걸쳐 대조기 썰물때의 표층수를 채수하여 분석하였다. 하구해역의 수질 특성을 지배하는 주요인자를 파악하기 위하여 요인 분석을 행하였고 요인 분석의 결과에서 얻어진 요인 점수를 이용하여 각 조사 정점에 대한 군집 분석을 하였으며, 또한 군집 분석 결과의 대표 정점에 대한 요인 점수의 시계열 변화를 파악하였다.

3. 결 론

낙동강 하구해역의 수질분석치를 다변량 통계분석한 결과는 다음과 같다.

1) 낙동강 하구해역의 4년 평균 수질은 염분 26.20 ‰, DO농도 7.7 mg/l, COD농도 2.44 mg/l, TSS농도 13.56 mg/l, VSS농도 2.83 mg/l, DIN농도 0.858 mg/l, PO₄³⁻-P농도 0.029 mg/l, N/P 비 65.4, Chl.a 농도 8.54 µg/l였으며 하구둑에 인접한 정점에서의 오염물질 농도가 높게 나타났다.

2) 전 정점에 대한 요인 분석 결과 다음의 4가지 요인으로 추출되어 이 요인들로 전체 수질변동의 72.1 %를 설명할 수 있었으며, 제 1요인(NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, NH₄⁺-N 그리고 COD와 正의 상관, 염분과 負의 상관)은 육상으로부터의 오염물질의 유입, 제 2요인(TSS, VSS와 正의 상관, 투명도와 負의 상관)은 부유토사등의 부유물질 유입, 제 3요인(수온과 正의 상관, DO와 負의 상관)은 계절적 기후변동, 제 4요인(Chl.a, pH와 正의 상관, PO₄³⁻-P와 負의 상관)은 물질대사로 판단된다.

3) 요인 점수를 이용한 군집 분석 결과 육상으로부터 담수 유입의 영향을 직접적으로 받는 동편의 정점 2와 4, 외해수의 영향을 받는 정점 5와 6, 그리고 수심이 얕고 비교적 정체되어있는 서편의 정점 1, 3, 7과 8이 각각 군집을 이루어 낙동강 하구 해역을 수질 특성이 다른 3개의 소구역으로 나눌 수 있었으며 계절별로 군집화 양상이 변화였다.

4) 낙동강 하구 해역에 대한 오염 부하원의 대부분은 낙동강과 장림 하수처리장으로부터의 유출수에 기인한다고 할 수 있는데, 낙동강으로부터의 부하량이 COD는 93.68 %, TN은 82.15 % 그리고 TP는 89.67 %였으며 장림 하수처리장으로부터의 부하량은 각각 6.32 %, 17.85 % 그리고 10.33 %로 나타났다. 여름에는 낙동강으로부터의 오염 부하량이 절대적으로 많으며, 겨울에는 낙동강으로부터의 방류량이 적기 때문에 장림 하수처리장으로부터의 오염 부하 기여율이 상대적으로 크게 나타났다.

이상의 결과로부터 낙동강 하구해역의 수질을 관리하기 위해서는 요인 분석결과 제 1요인으로 나타난 오염 부하량을 조절하는 방법을 사용할 수밖에 없는데, 여름의 경우에는 부영양화된 하구연으로부터의 유입량이 절대적으로 많은 것을 감안하여 낙동강으로 유입되는 오염부하의 총량을 삭감시키는 방안을 모색해야 하며, 겨울의 경우에는 낙동강 뿐만 아니라 장림 하수처리장으로부터 질소와 인의 부하도 상당량 기여하므로 질소와 인을 제거하는 하수의 3차 처리가 필요한 것으로 사료된다.

참고 문헌

尹良湖, 1992, 多變量解析에 의한 麗水沿岸海域 植物플랑크톤 群集의 變動特性, J. KSWPRC, 8(3), pp.141~149

下原 建一·重住 研一·小川 裕信·橋本 昭雄, 1991, 主成分分析を用いた遠賀川の水質の統計的解析, 用水と廢水, 33(9), pp.29~34

J. N. Boyer · J. W. Fourqurean and R. D. Jones, 1997, Spatial Characterization of Water Quality in Florida Bay and Whitewater Bay by Multivariate Analysis ; Zone of Similar Influence, Estuaries, 20(4), pp.743~758