

PD11) 가로림연안 해양환경의 시공간적 변동특성

박승윤, 김형철, 김평중, 박경수*, 김전풍, 박정숙
국립수산과학원, *안양대학교

1. 서 론

충청남도 서산군 과 태안군에 둘러싸여 있는 가로림만은 육지쪽으로 깊숙이 만입된 반폐쇄성형 만이다. 만의 갯벌은 약 70km²로 광범위하게 발달되어 있고 수심은 만 입구 주수로가 20m 이상으로 가장 깊으며 육지쪽으로 가면서 급격히 감소한다. 본 만 및 연안은 천수만과 더불어 수산자원의 산란 및 서식장으로서 수산학적으로 충남연안의 중요한 연안이므로 이곳의 연안 수질환경에 대한 특성을 파악하고 중기변동을 살펴보고자 한다.

2. 재료 및 실험방법

연구대상 해역인 가로림만 및 연안에서 1997년부터 2006년까지 10년동안 계절별(2, 5, 8, 11월)로 년4회에 걸쳐 지속적으로 가로림만 중간에서부터 외해측으로 3개 정점을 선정하여 표층수와 저층수에 대해 현장에서 시료를 채취하여 냉장 또는 냉동상태에서 실험실로 운반 분석하였다. 조사항목은 일반수질성분인 수온, 염분, pH, DO, COD, SS, PO₄-P, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N 와 클로로필 a이며 분석방법은 해양환경공정시험법에 의거 측정하였으며, 용존무기질소는 암모니아질소, 아질산질소 및 질산질소를 합한 값으로 하였다.

그 결과에 대해 T 검정(Paired comparison T test)결과 표·저층수간에 $\alpha < 0.05$ 유의수준에서 수온과 용존산소 및 부유물질을 제외하고는 유의성이 없는 것으로 나타나 표층수와 저층수의 결과치를 평균하여 검토하였고, 수질환경의 중기변동을 알아보기 위해 PCA(Principal component analysis)의 통계 처리를 하여 연도별 변화 상태를 추정하였으며, 각 측정 항목의 시공간적인 변동을 규명하기 위하여 제1모형 이항분산분석(Two factor model I ANOVA)을 이용하였고, 처리효과는 조사정점(3등급)과 조사월(4그룹)이다.

수질변동요인을 구명하기 위하여 계절별 연도별 수질항목간 상관분석(Spearman's correlation analysis)을 통하여 유의성을 검증하였고, 상기의 분석은 PC SAS를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

수질항목별 경년변화에 있어 수온의 경우 다른 연안과 상이하게 약간씩 낮아지고, 염분 역시 낮아지고 있으며, pH 와 DO는 약간씩 높아지고, COD는 2003년, SS는 2000년~2003년에는 다른 조사기간에 비해 높았다가 그 후 점차 낮아졌다. 영양염류중 용존무기인(DIP)는 연 0.0006mg/L 높아졌으며, 용존무기질소(DIN) 역시 연 0.0061mg/L 증가하였고 그중에서 암모니아질소(NH₄-N)는 연 0.0068mg/L, 아질산질소(NO₂-N)는 연 0.0003mg/L씩 감소한 반면 질산질소(NO₃-N)는 연 0.0132mg/L 정도 상승하는 경향이였다.

계절별로는 염분은 여름철인 8월이 약간 낮았고 그 외 조사월은 유의적인 차이가 없었으며, DO는 2월이 높은 반면 8월이 낮아 2월과 5월 및 8월~11월의 세그룹으로 구분되어지고, COD는 다른 연안과 다르게 2월이 높은 반면 8월이 낮아 계절마다 다른 네그룹으로 나뉘어지며, PO₄-P은 2월, 11월 및 5월, 8월의 세그룹으로 나뉘어지고 그중 2월이 높았고, NO₃-N은 2월과 5월, 11월, 8월의 세그룹으로 나뉘어지며 2월이 높았고, NH₄-N는 8월이 높았으나 계절별 유의적인 차이는 없었으며, DIN/DIP비는 5월이 높아 5월과 그 외 조사월로 구분되어진다. 부유물질은 2월이 다른 월에 비해 2~2.5배 높아 2월과 그 외 조사월로 나뉘어지며, 클로로필 a는 5월이 높았으며 5월, 8월, 2월 및 11월의 세그룹으로 구분되어진다.

공간적으로는 전 조사항목에서 분산분석결과 가로림만 내의 중간역인 정점 1과 입구의 정점 2 및 외측인 정점 3간에 차이가 없는 것으로 나타나 가로림만 내의 중간까지는 외해측과 해수교환이 원활히 이루어지고 있으며, 내측의 중간부터는 육상의 영향을 별로 받지 않는 것으로 생각되어진다.

수질항목간의 상관성은 유의수준 $p < 0.0001$ 에서 살펴보았을 때 수온은 염분, DO, COD, NO₃-N, PO₄-P와 음의 상관성이 있는 반면 NO₂-N와는 양의 상관성이 있으며, 염분은 SS와 양의 상관성이 있고, DO는 NO₂-N와 음의 상관성이 있는 반면, NO₃-N 및 PO₄-P와는 양의 상관성이 있었고, NO₂-N는 NO₃-N와 음의 상관성이 있는 반면, NO₃-N는 PO₄-P와 양의 상관성이 있었으며, SS는 투명도와 음의 상관성이 있는 반면 클로로필 a는 투명도와 양의 상관성이 입증되었다.

장기변동은 항목별 수질의 연평균 자료에 대한 PCA통계처리 결과 PCA I축에서는 전체 변동의 37.09%, PCA II축은 25.25%, PCA III축은 18.64%를 나타내고 있으며, 대체로 1997과 1998년 및 2000~2002년의 I그룹, 1999년과 2004년~2006년의 II그룹, 2003년의 III그룹으로 구분되는데 I그룹은 NH₄-N와 염분이 높았었고, II그룹은 DO와 NO₃-N가 높았었으며, III그룹은 COD가 높았었다. 또한 1998년과 2000년 및 2002년, 2005년~2006년에는 PO₄-P가 높은 경향을 나타내었다.

감사의글

본 연구는 국립수산과학원 R&D과제인 “국가해양환경측정망운영” 과제의 일환으로 수행된 것으로 현장조사에 적극 협조 해주신 시험조사선 탐구 2호 직원께 감사드립니다.

참고문헌

- 국립수산진흥원, 1985, 해양오염 및 적조조사지침, 279pp.
- Strickland, J.D. and T.R. Parsons, 1972, A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, No. 167, 310pp.
- 해양수산부, 1998, 해양환경공정시험법, 330pp. 16) Redfield, A.C, 1958, The biological control of chemical factors in the environment. Amer. Sci., 46, 205-221.
- 이성희, 황현식, 이석훈, 김정란, 2003, WIN SAS V8, 교우사, 414pp.
- 통계교육원, 2005, SAS를 이용한 자료분석, 328pp.
- Redfield, A.C., 1958, The biological control of chemical factors in the environment, Amer. Sci., 46, 205-221.