

연안의 효율적 수질관리 방향과 해양환경영향평가

이대인* · 엄기혁** · 김귀영** · 홍석진*** · 이원찬*** · 장주형***†

*, ** 국립수산과학원 해역이용영향평가센터, *** 국립수산과학원 환경관리과

Effective Coastal Water Quality Management and Marine Environmental Impact Assessment

Dae-In Lee* · Ki-Hyuk Eom** · Gui-Young Kim** · Sok-Jin Hong***

Won-Chan Lee*** · Ju-Hyoung Jang***†

*, ** Marine Environmental Impact Assessment Center, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

*** Division of Environmental Management, National Fisheries Research & Development Institute, Busan, 619-705, Korea

요 약 : 본 연구는 연안의 수질개선과 오염제어의 관점에서 효율적인 수질관리의 원리와 기법, 연안오염총량관리제 및 선진사례를 검토하였고, 현재 오염총량 산정시 나타나는 문제점 및 개선사항을 지적하였다. 또한, 오염총량제와 환경용량과의 관계, 해양환경 예측 모델로 활용되고 있는 생태계모델의 연구접근에서 중점적으로 검토해야 하는 사항을 토의하고, 나아가서 연안수질 관련 제도와 정책에 서 반영하고 흡수해야 할 수질관리 내용과 개선방안을 제시하였다. 연안오염총량제의 대상이 되는 연안에서는 환경영향평가와 사전환경성검토에서 해당하는 개발사업이나 계획 중 신규 오염원에 대해서는 오염부하량과 할당량을 산정해서 평가서에 구체적으로 제시할 필요가 있고, 연안관리지역계획에서는 환경관리계획에 좀 더 중심을 옮겨 기본적으로 관할 해역으로 유입하는 오염원과 오염부하량 자료를 구축할 필요가 있다. 특별관리해역 등 향후 연안오염총량제 적용대상이 되는 지자체에서는 하수도관리계획 등 도시계획을 수립할 때 이러한 점을 고려해서 장기적이고 일관성있는 하수도정책이 수립되어야 할 것이다. 연안오염총량제도는 다른 환경관리해역으로 점진적으로 확대·시행되어야 할 것이고, 그 외의 지역은 지자체장이 주무장관과의 협의를 통해 자발적으로 시행하고 인센티브를 주는 것도 검토해야 할 것이다. 해역의 수질개선을 위해서는 생태계모델링에 의한 환경용량(수질적 차원의 총허용오염부하량) 산정이 필수적이며, 이와 관련한 적용모델의 신뢰성과 과학적 타당성 확보는 환경영향평가 관련 협의시 매우 중요한 검토항목으로 고려되고 있다. 연안 육역에 존재하는 오염원에 대해서는 연안환경을 관리하는 주무부처가 주도적으로 감시·감독하고 관리체계에 관한 법적 근거를 마련하거나 관련 법률을 정비해서 통합·운영해야 할 것으로 사료되었다.

핵심용어: 수질관리, 연안오염총량관리, 환경용량, 환경영향평가, 사전환경성검토

Abstract : This study examined principles and techniques of efficient water quality management as well as total coastal pollutant loads and the relevant examples in the advanced countries from the viewpoints of water quality improvement and pollution control in coastal areas. The problems and improvements in an estimation of the current total pollutant loads were also pointed out. In addition, discussion was made on the relationship between total pollutant loads and environmental capacity as well as particulars requiring extensive examination on access to and study on water quality model used as prediction tool for marine environment. Furthermore, this study proposed details of and improvement plans for water quality control to be reflected and absorbed into systems and policies related to coastal water quality. In coastal areas, which are subject to total coastal pollutant loads, it is necessary to calculate pollutant loads reduction and allocation, to propose them in detail in statement in relations to new pollution sources for the corresponding projects or plans in environmental impact assessment and prior environmental review system. Also, in relations to regional plans for coastal management, the local government concerned must focus more on environmental management plan to implement data on pollution sources and pollutant loads flown into sea areas under basic jurisdiction, therefore it is required to actively respond to expansion and introduction of total coastal pollutant loads system in the future. Total coastal pollutant loads system must be expanded and executed by considering characteristics of sea area and changes in the environment of land. For pollution sources in land, the competent authorities in charge of coastal environment will need to initiatively administer supervision, monitoring activities and achieve integration and operation of the related laws by preparing legal bases for management system or adjusting the related laws.

Key Words : Water Quality Management, Total Coastal Pollutant Loads, Environmental Capacity, Environmental Impact Assessment, Prior Environmental Review

* 대표저자 : 정희원, dilee@nfrdi.re.kr, 051-720-2961

† 교신저자 : 비희원, janfjhy@hanmail.net, 051-720-2965

*** 정희원 : sj@nfrdi.re.kr, 051-720-2252

1. 서론

우리나라 「연안관리법」에서 연안은 연안해역과 연안육역으로 구분되며, 연안해역은 바닷가와 만조수위선으로부터 영해의 외측한계까지, 그리고 연안육역은 연안해역의 경계선으로부터 육지쪽으로 500 m, 「항만법」에 의한 지정항만, 「어항법」에 의한 제1종 및 제3종 어항 또는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 의한 산업단지의 경우에는 1,000 m까지의 범위와 그리고 무인도서로 지정하고 있다(Fig. 1). 이러한 공간에서 최근 다양한 정주활동, 인공구조물 구축, 수산과 관광 자원 활용 등 이용과 개발수요의 증가로 인해 관련 당사자 사이의 갈등과 마찰이 심화되고 있고, 수질악화 등 해양오염, 경관과 생태계 훼손, 해안선 변형, 모래 유실과 자원량 감소 등의 문제점이 나타나고 있다.

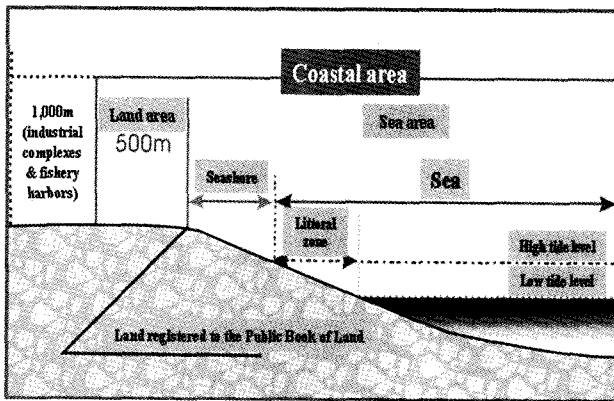


Fig. 1. Classification of coastal area by the law of Korean coastal management.

이러한 상황에서 연안을 둘러싸고 있는 다양한 문제들을 해결하고 환경피해를 억제·최소화하기 위해서 법·제도적인 정비·개선과 더불어 관련 대책수립이 요구되고 있으나(이 등, 2008), 대부분 정책이 원론적인 방향과 계획에 초점이 맞추어져 있고 부처간의 이해상충 및 협의 부재 등으로 실질적인 해역의 오염제어나 환경개선에 관한 구체적인 방안과 그에 따른 과학적인 연구접근이 부족한 실정이다. 이에 따라서 연안을 중심으로 한 체계적인 환경관리방안의 정립과 정책수립이 필요하다.

특히, 연안환경에서 수질은 육상 환경에 의해 민감하게 반응하며 해양 생태계의 건강과 안전성을 파악하고 오염상황을 직접적으로 나타내는 기본 지시자이고, 육상으로부터 유입하는 오염물질의 부하량이 해역수질에 가장 큰 영향인자이므로 이에 대한 정밀한 모니터링과 관리가 매우 중요한 측면으로 인식되고 있다. 이에 따라 최근 개정된 「해양환경관리법」에서는 연안오염총량관리제를 실시하는 근거를 마련했으나, 실제 해역에 적용시 나타날 수 있는 다양한 문제점의 개선과 연

구접근의 기본적인 가이드라인 등이 필요하다. 연안해역 수질의 지배요인을 규명하고 예측하는 것은 효과적인 환경관리에 있어서 필수적이고(Lee and Kim, 2007), 이를 위한 예측기법과 오염저감방안 연구는 환경영향평가 관련 제도에 있어서도 매우 중요한 평가분야이자 중점항목이다. 즉, 해양환경영향평가가 이용·개발계획 및 사업으로 인해 발생될 수 있는 해양 환경 및 생태계의 변화를 사전에 예측·평가해서 환경에 미칠 악영향을 규명하고 그 제어방안을 강구하거나 실시여부를 검토하고 있는 바, 이 중에서 연안해역의 수질과 관련된 새로운 오염원 생성이나 오염물질 배출에 따른 영향을 예측·평가할 때는 시뮬레이션 기법의 향상과 더불어 논리의 일관성과 설득력을 강화하기 위한 체계적이고 보편타당한 연구접근이 중요한 검토측면이다. 또한, 연안해역의 수질과 관련된 다양한 제도와 정책간의 효과적인 통합과 접목, 그리고 관련된 문제점 개선에 관한 좀 더 진보적인 해결방안이 필요하다.

따라서 본 연구는 연안의 환경관리에 있어서 수질개선과 오염제어의 관점에서 효율적인 수질관리의 기법과 연안오염총량관리제 및 선진사례 검토, 현재 오염총량 산정시 나타나는 문제점과 환경용량과의 관계, 해양환경 예측모델로 이용되고 있는 생태계모델(또는 수질모델)의 연구접근에서 고려해야 하는 중요사항을 토의하고, 나아가서 연안관련 제도와 정책에서 반영하고 통합해야 할 수질관리 내용과 개선방안을 제시하였다.

2. 연안해역의 수질관리와 연안오염총량제

2.1. 효율적 수질관리의 원리와 방향

연안해역에서의 수질을 지배하는 주요인자로는 Fig. 2와 같이(박, 2007), 우선 부하발생기구를 통하여 수체에 오염물질을 공급하는 오염원으로서 배출형태로 구분하면 공장, 가정과 가축 등에 의한 점오염원과 토양과 암석의 침식, 농지에서의 비료나 농약 살포로 인하여 광범위한 면적에 분포하고 있던 오염물질들이 강우에 의해 유출되는 비점오염원이 있다. 두 번째 인자로는 자연정화기구를 통하여 물질이 이화학적으로 변화(이류, 확산, 침강, 증발 등 물리적 이동과 생물에 의한 섭취, 분해, 침전과 용해 등 생화학적 반응)하는 자정작용이 있고, 세 번째는 유량 등과 관계한 유출기구를 통하여 수체외부로 오염물질이 흘러나가는 수문인자가 있다. 이러한 상황에서 효과적인 수질관리는 이들 세 가지의 인자와 수질과의 관계를 수학적 방정식으로 표현된 모델을 이용해서 가장 효율적이고 실현가능한 오염제어방안을 마련하는 것이다. 유량조절이나 자정능력의 조절은 사실상 인위적으로 실현이 불가능하기 때문에 결국 오염부하량을 어느 정도 삭감시켰을 때 수질이 용수목적에 적당한 상태로 유지되는지를 수치모델을 통해 파악하는 것이 중요한 수질관리 기법이다.

즉, 연안해역에서의 수질관리는 수이용 목적에 맞게 질적 그리고 양적으로 관리하는 것을 말하며, 이는 오염되었거나

오염중인 환경상태를 회복시키거나, 청정한 해역은 오염되지 않도록 환경친화적으로 관리하여 지속가능한 발전을 도모하는 것이다. 수질회복은 특성별·용도별 그리고 서식 생물상을 보호하기에 적합한 목표수질기준(Water Quality Criteria)을 설정하고 그것을 만족하기 위해서 오염물질의 환경용량을 산정해서 현 수준에 대비한 오염부하 삭감량을 계산하는 것이 가장 효과적인 접근일 것이다(박 등, 2001; USEPA, 1997).

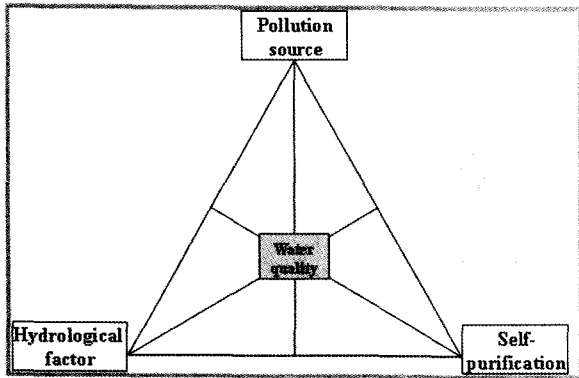


Fig. 2. The major factors controlling water quality in coastal area.

그러나 현재 「환경정책기본법」의 해양환경기준과 해역별 수질등급 기준의 불일치, 국가 해양환경측정망을 통해 확인된 현실적인 해양환경 변화 및 새로 도입된 해역관리 제도를 반영해서 해역수질등급의 개정을 추진하고 있는 상황인데, 이러한 사항을 고려함과 더불어 해당 해역의 고유특성을 반영한 용도와 기능 그리고 가치성을 바탕으로 해당 주무장관과 지자체장의 협의, 전문가 등의 충분한 의견수렴을 통해 해당 수역의 목표수질기준을 설정하는 것이 무엇보다 중요한 수질관리의 시작일 것이다.

2.2. 연안오염총량제 및 개선사항

오염원의 배출허용기준이나 방류수 수질기준 등 농도에 근거한 배출규제는 오염원에 대해 일정한 농도규제치를 적용함으로써 관리가 용이하다는 장점이 있으나, 배출시설의 수가 증가되는 경우에는 총부하량의 증가가 불가피하며 규제미만의 소규모 배출원과 비점오염원을 종합적으로 고려하지 못하기 때문에 총배출부하량이 환경용량을 초과하는 경우, 수질을 효과적으로 관리할 수 없다는 근본적인 문제를 노출하고 있다(한국환경정책·평가연구원, 1996). 이러한 일률적인 농도규제의 단점을 보완하기 위해서 오염총량관리제가 일부 수역에 시행되고 있는데, 이는 시장·군수가 수역별 목표수질 달성을 위하여 시·군별로 오염부하총량이내로 오염총량관리대상물질의 배출부하량을 연차적으로 삭감하도록 관리하는 제도를 말한다. 이는 적정한 수질을 유지하기 위하여 대상지역에서 배출할 수 있는 총부하량을 설정하고, 이 범위 내에서 오염원

입지의 면적규제를 포함한 행위제한을 규제함으로써 수질개선 및 환경친화적인 지역개발을 동시에 유도하는 방법이다. 현재 이러한 제도는 4대강 유역뿐만 아니라 연안해역으로 적용을 넓혀 시행되고 있다.

특히, 연안오염총량관리제는 해양의 환경보전을 위해 특정 해역내 사업장에서 배출되는 오염물질의 총량을 (구)해양수산부장관이 고시한 배출허용량 이하로 관리하는 제도로 마산만에서 2007년부터 시범적으로 시행되고 있다. 현행 연안오염총량제도의 특징을 요약하면(해양수산부, 2007), 우리나라 「해양환경관리법」 시행령 제11조~제15조의 규정에 따라 오염물질의 총량규제를 실시하는 해역은 특별관리해역 중에서 해양환경기준을 초과하여 주민의 건강·재산이나 생물의 생육에 중대한 피해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 경우에 (구)해양수산부장관이 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사와의 협의를 거쳐 지정하는 해역으로 규정되어 있고, 총량규제 항목은 화학적 산소요구량, 질소, 인과 중금속으로 되어 있는데, (구)해양수산부장관이 해양환경기준, 해역의 이용현황 및 수질상태 등을 종합적으로 고려하여 관할 시·도지사와의 협의하여 결정하도록 되어 있다. 해역별 총량관리의 시행절차는 Fig. 3과 같이 (구)해양수산부장관은 총량규제 항목 및 목표수질, 오염원 조사 및 오염부하량 산정방법, 유역별, 행정구역별, 오염원별 오염부하량의 할당, 시·도지사가 수립하는 총량관리기본계획의 승인기준, 광역시장·시장·군수가 수립하는 총량관리시행계획에 대한 승인기준, 수립한 기본계획 및 시행계획의 변경시 승인을 요하지 않는 경미한 사항이 포함된 총량관리에 관한 기본방침을 수립하여 관할 시·도지사에게 통보하고, 시·도지사는 지역개발계획의 구체적인 내용, 관할 지방자치단체별 오염부하량의 할당, 지역 및 해역에서 배출되는 오염부하량의 총량 및 삭감계획, 지역개발계획으로 인하여 추가로 배출되는 오염부하량 및 그 삭감계획 등의 기본계획을 수립하여 (구)해양수산부장관의 승인을 얻어야 한다. 광역시장·시장·군수는 기본계획에 따라 시행계획을 수립하여 광역시장은 (구)해양수산부장관의 승인을, 시장·군수는 도지사의 승인을 얻어야 한다. (구)해양수산부장관은 오염물질의 총량규제를 위한 항목과 목표수질의 결정 및 조정, 총량규제의 시행 등에 관한 검토·조사 및 연구를 위하여 관계 전문가 등으로 조사·연구반을 구성·운영할 수 있다. (구)해양수산부장관은 기본방침에서 정한 목표수질을 달성·유지하기 위하여 관련 법률에 따른 일부 환경기초시설에 대하여 환경부장관에게 오염부하량의 할당 또는 배출량의 지정을 요청할 수 있고, 환경부장관은 최종방류구별·단위기간별로 오염부하량을 할당하거나 배출량을 지정할 수 있다. 광역시장·시장·군수는 기본방침에서 정한 목표수질을 달성·유지하기 위하여 필요하다고 인정되면 관련 법률에 따라 일부 시설(개인하수처리시설)에 대하여 최종방류구별·단위기간별로 오염부하량을 할당하거나 배출량을 지정할 수 있다. 광역시장·시장·군수는 시행계획에 대한 전년도의 이행사항을 (구)해양수산부장관이 고시하는 바에 따라 평가하고 그 보고서를

(구)해양수산부장관에게 제출하고, (구)해양수산부장관은 제출된 평가보고서를 검토한 후 총량규제의 목적달성을 위하여 필요하다고 인정되면 광역시장·시장·군수에게 필요한 조치나 대책을 수립·시행하도록 요구할 수 있다. 국가는 오염물질 총량규제를 시행하는 지방자치단체나 사업자에 대하여 총량규제에 따른 시설개선 등 필요한 비용을 다른 지방자치단체나 사업자보다 우선하여 보조 또는 융자하거나 지원할 수 있고, 관계 행정기관의 장은 지방자치단체별로 할당된 오염부하량을 초과하거나 특별한 사유 없이 기본계획 또는 시행계획을 수립·시행하지 아니하는 지방자치단체에 대하여는 일부 관련 개발사업 등에 대한 승인·허가 등을 하여서는 아니 된다고 되어 있다.

오염물질 농도를 실측하여 산정하고 해역 수질모델링의 기본적인 입력자료로 이용된다.

그러나 현재 오염부하량의 산정과 평가시 일부 문제점과 개선사항이 지적되고 있는데, 첫째, 오염원의 종류와 특성별로 정확한 실측방법의 정립과 이행이 필요하다.

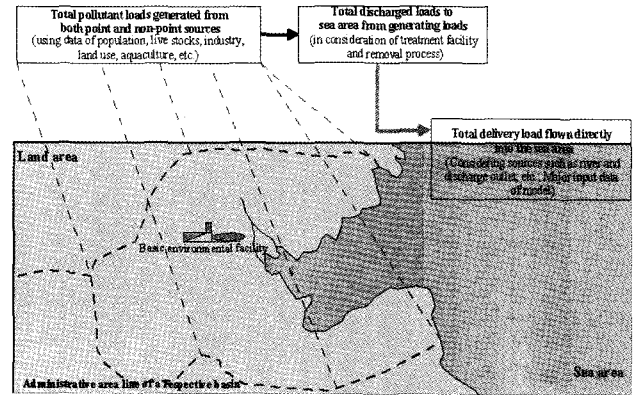


Fig. 4. System of pollutant loads in coastal area.

점오염원에 대한 조사방법은 관련지침에 규정되어 있지만, 구체적 측정방법이 조사기관 별로 차이가 있어 일관성있고 정확한 자료의 획득과 자료간 절대적인 비교가 어려운 상황이다. 또한, 비점오염원에 대한 실측법과 방조제를 포함한 수문 등에 대한 조사와 산정방법의 정립이 필요한데, 하·폐수구 및 하천과 달리 방조제 등은 강우량에 따른 수문조작에 의해 해역에 영향을 주는 잠재적인 오염원으로서 방류량을 직접적으로 실측하기가 어려운데, 대규모일 경우에는 설계자료 등의 수문자료를 참조할 수 있지만, 소형 방조제 및 수문 등은 설계자료 뿐만 아니라 수문자료 등에 의해 유량을 획득하기가 매우 힘들어서 오염부하량 산정시 간과되거나, 계산하는 경우에는 큰 오차가 내재될 수 있다. 이러한 방조제와 수문 등은 하·폐수 유입과 유역인구가 작은 내만에서 해역수질에 큰 영향을 줄 수 있으므로 이에 대한 체계적 관리와 평가방법이 중요하다. 둘째, 해역의 수질환경기준과 유기오염물질의 지표는 COD를 주로 이용하고 있지만, 육상 오염원에서 유입하는 관련 물질의 측정과 오염원단위는 대부분 BOD로 되어 있어서 이에 대한 상호보완이 필요하다. 즉, 육상 오염원과 해역수질 간의 상호성과 일관성을 확보하기 위해 해당 수체에서 두 인자를 동시에 실측하거나 장기간 축적된 데이터로 두 인자간의 상관성을 환산하는 방법이 있을 수 있고, 육상 수계 원단위에 COD를 추가하는 것도 검토되어야 할 것이다.

셋째, 발생부하량과 배출부하량 산정시 행정구역별로 획득되는 기초통계자료의 질이 차이가 많이 나서 부하량 산정시 필요한 데이터의 누락과 부정확성 등이 제기되고 있고, 이에 대한 전문적인 교육과 방법의 제정립을 통해 정성·정량적인 자료의 업그레이드가 필요하다고 사료된다. 오염원 자료에서 가정인구와 영업인구의 구분이 모호하고 이를 산출할 수 있는 간접적인 자료가 부족해서 생활계에 의한 오염부하량 산정에

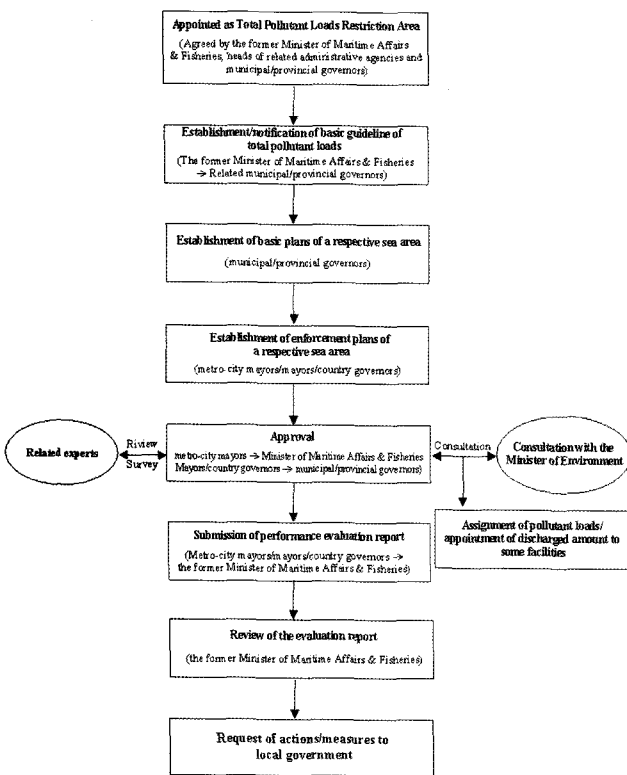


Fig. 3. Fulfillment process of total pollutant loads system in coastal area.

이상과 같은 연안오염총량관리제에서 무엇보다 중요하고 기본적인 사항은 대상해역으로 유입하는 오염원의 탐색·모니터링과 오염부하량의 정확한 정성적·정량적인 평가일 것이다 (박 등, 2001). 일반적으로 해역으로 유입하는 오염부하량은 Fig. 4와 같이 발생부하량, 배출부하량과 유달부하량으로 구분될 수 있다. 발생부하량과 배출부하량은 해당 유역(집수구역)의 행정구역별로 조사된 환경기초자료(오염원자료)를 바탕으로 수계오염총량기술지침(환경부, 2007) 또는 연안오염총량관리기술지침(해양수산부, 2006)에 의거 이론적으로 산정하고 있다. 이에 반해 해역으로 유입하는 유달부하량은 실제 하천이나 하·폐수 등을 포함한 오염원의 최하단 지점에서 유량과

오차가 많이 유발되고 있다. 또한, 환경기초시설의 최종 방류선이 명확하지 않아서 유역에 미치는 영향을 판단할 수 있도록 구체적인 위치를 제시해야 할 것이다. 넷째, 오염총량산정시 육상에서 유입하는 오염부하량과 함께 해역자체의 자가오염부하량의 평가도 매우 중요하다. 즉, 현재 해역으로 유입하는 오염총량평가는 대부분 전자만을 대상으로 고려하고 있는 상황이어서 오염총량의 의미와 차이가 날 수 밖에 없을 것이다. 퇴적물로부터 용출되는 오염량을 평가하는 방법의 정립과 해면양식과 관련된 오염원단위의 산정도 고려해야 할 것이다. 다섯째, 오염총량제의 항목도 향후 해양환경의 변화와 해당해역의 특성을 고려해서 COD, TN, TP와 중금속 외에 대장균, SS, TOC 및 특정 유해물질 등으로 추가·확대 실시할 필요가 있다. 특히 생물생산의 제한인자인 질소와 인을 선정할 경우에는 부영양화문제 뿐만 아니라 친환경적인 개발 및 토지이용을 유도할 수 있을 것이다(박 등, 2006). 여섯째, 고시된 해역별 수질기준과 해역 특성과 관계된 용도와 기능을 고려해서 좀 더 엄격한 목표수질기준을 설정하고, 이에 따른 오염부하량과 산정량을 물질별로 모델링 계산에 의해 차등적으로 산정해야 할 것이다. 즉, 일률적인 몇 %의 삭감이 아니라 오염물질별로 최소의 오염개선비용으로 최대의 수질개선효과를 경제적으로 도출할 수 있는 삭감량을 산출해야 할 것이다. 즉, 현실적으로 가능하고 접근가능한 동일삭감 할당법, 동일농도배출법과 오염물 배출량에 비례한 제거율 할당법 등 조건을 달리 해서 최적의 결과를 도출해야 할 것이다(김 등, 2006). 일곱째, 일관되고 통합된 관리체제하에서 연안오염총량제가 실시되어 오염원 모니터링과 평가시스템 및 자료협조가 원활하게 이루어져야 할 것이다. 여덟째, 목표수질기준 만족을 위해서 기술수준과 인구 및 육역 환경변화 등을 고려한 현실적인 오염부하량과 절대적인 목표삭감량을 제시할 필요가 있고, 기간 내에 목표수질만족이 달성되지 않을 경우에 구체적인 대책과 이행사항을 관련 제도에 명시해야 할 것이다. 아홉째, 오염총량을 관리하는 단위를 행정구역으로 하면 적정 총량을 결정하는데 어려움이 있어서 배수구역을 결정하고 구체적으로 제시해야 할 것이다.

이와 같은 연안오염총량제는 해역의 수질관리에 매우 중요한 제도이지만, 실제 적용과 이행에 있어서는 매우 제한적이다. 따라서 현행 법에 의거 연안오염총량제도를 실시하지 않더라도 연안 지자체에서는 연안관리지역계획에 의한 연안실태 조사와 환경관리계획에 해당 해역으로 유입하는 오염부하량을 정확히 조사하고 자료를 축적해서 해역수질에 미치는 영향을 구체적으로 평가하는 등의 의무를 명시화하는 것이 필요하다. 또한, 특별관리해역 등 향후 연안오염총량제 적용대상이 되는 해역의 유역 지자체에서는 하수도관리계획 등 도시계획을 수립할 때는 이러한 점을 고려해서 장기적이고 일관성있는 하수도정책을 수립해야 할 것이다.

3. 수질오염총량관리제도의 선진사례 요약

수질오염총량관리제의 선진사례를 요약해 보면(한국환경정책·평가연구원, 1996), 미국에서는 1992년부터 환경청(EPA)에서 최대 일일 오염부하량(TMDL, Total Maximum Daily Loads)의 시행절차 등을 규정한 지침을 시행하고 있는데, 주정부는 관할 강, 호소, 하구와 지천 등 수역의 수질상태를 파악한 후 수질기준(Water Standard)을 설정하고, 수질조사결과가 수질기준을 충족하지 못할 경우에는 오염수역으로 목록화한 후, 주정부는 점오염원, 비점오염원과 배경농도를 고려하여 오염수계에서 계절요인과 유량 등 수질관리여건이 최악인 상황에서도 환경기준을 달성할 수 있는 TMDL을 산정한 후, 수질기준 충족시 오염수역 목록에서 제거하는 과정을 거치게 된다. 일본은 폐쇄성 해역의 수질을 개선시키기 위하여 인구, 산업성장, 폐수처리기술 수준과 하수처리율 등 기술수준 등을 감안하여 실행가능한 삭감목표량 및 달성 목표연도를 정하고 이를 지방정부와 발생 오염원에 할당한다. 자치단체는 기본방침에 따라 총량삭감 계획을 수립하여 환경부 승인 후 시행하고 있어서 우리나라와 유사한 특성을 보여주고 있다. 중국은 1996년에 2000년과 2010년의 수질환경목표를 설정하고 이 목표를 실현하기 위한 총량규제를 5년씩 단계별로 추진 중에 있는데, 오염량의 배분은 유역단위로 이루어지고 유역내 총오염삭감량을 각 도시나 지역에 배분하면 당해 도시와 지역이 그에 따라 총량규제를 실시하고 있다. 유럽연합(EU)은 오염총량제를 직접 시행하지는 않지만 1990년 이후 수체의 자정능력을 고려한 배출기준을 설정하는 등 오염총량제의 원리에 입각하여 점오염원의 폐수관리를 추진하고 있다.

4. 생태계모델링에 의한 환경용량 산정과 해양환경영향평가

4.1. 환경용량 산정

앞서 언급한 바와 같이 해당 해역의 효과적인 수질관리방안 도출을 위해서는 오염물질에 대한 환경용량(또는 TMDL)을 산정하는 것이 중요하다. 여기서 환경용량이라 함은 생물생산적 차원에서 주어진 환경이 수용할 수 있는 어떤 종의 최대개체수 또는 환경수용력(Carrying Capacity)이라 정의할 수 있고, 어장의 최대생산력 또는 최대수용력, 어장을 유지시키기 위해 보전해야 할 환경조건, 어장의 변화를 일으키기 시작하는 인위적인 영향의 한계라 정의하며, 수질보전적 차원에서는 수질악화현상을 일으키기 시작하는 오염부하량 및 자정능력의 한계(Environmental Capacity)로 정의되며, 이것은 빈산소수괴 또는 부영양화를 유발하지 않는 범위로 접근하고 있다(박, 1996). 이러한 환경용량은 현재의 오염부하량 조건과 과학적인 조사와 검토를 통해 획득한 관련 데이터 및 파라메타 등을 이용해서 수질모델링 과정에 의해 산정되고 있다.

4.2. 생태계모델링과 해양환경영향평가

생태계모델링(Ecological Modeling)은 생산자, 소비자, 분해자의 생물계와 물질 등의 무생물계에 복잡하게 구성된 생태계 시스템을 효율적으로 평가·예측하기 위해서 물리적·생지화학적 순환과정을 구성인자(Compartment) 중심으로 수식화한 수치도구로서 일반적으로 Fig. 5와 같이 해수유동모델을 이용하여 조석류와 잔차류 등 유동장을 시뮬레이션하고 유동성분을 생태계모델에 입력하여 수질을 예측하고 있다. 즉, 기본적으로 2차원 또는 3차원 공간 격자상에서 해양 물리모델을 통해서 유동장을 재현하고 검증된 유동장과 다양한 생화학적 파라메타 등을 생태계모델에 입력해서 유기물질, 무기물질과 식물플랑크 등의 분포를 예측하고 나아가서 최적 수질관리방안을 도출할 수 있는 도구이기 때문에 개발활동이나 사업계획으로 야기될 수 있는 해양환경의 예측과 오염원 추가·저감시 나타나는 수질의 영향을 평가하는데 많이 적용되고 있다.

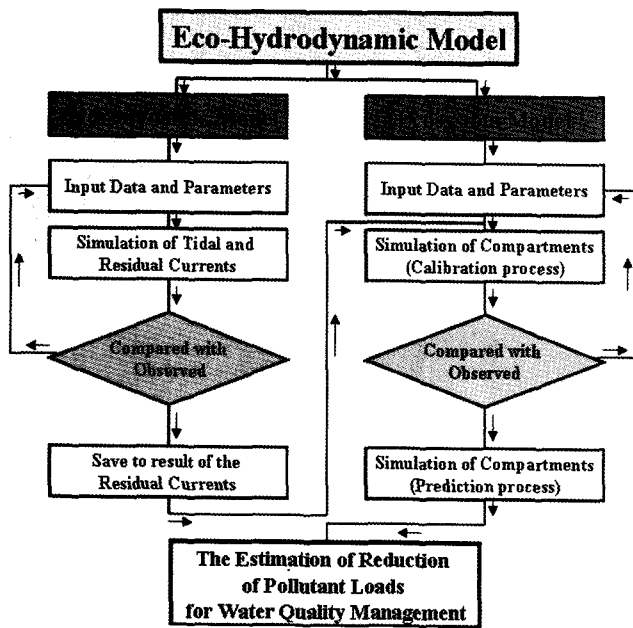


Fig. 5. General system of ecological modeling used marine environmental impact assessment.

환경영향평가와 사전환경성검토 및 해역이용협의제도에 있어서 관련 사업과 계획에 따른 해양환경에 미치는 영향평가는 대부분 중점검토항목으로 과학적인 근거하에 구체적으로 결과를 제시하고 저감방안을 마련해야하므로 수치모델에 의한 예측은 필수적이다. 따라서 이러한 수치예측의 신뢰성과 타당성을 확보하는 것이 매우 중요한 과정이다. 이러한 배경하에서 현재 해양환경영향평가 관련 평가서와 협의서의 수치모델링분야를 검토한 결과, 문제점 개선과 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 모든 모델링에 입력되거나 인용되는 기본적인 데이터와 파라메타는 과학적 생산과정에 의하거나 검증된 문헌에서 이용해서 구체적으로 제시해야 하며, 원단위 및 발생량 산정 등에 관해서는 그 근거를 명확하게 해야 한다. 또한, 모델검증

에 이용되는 실측값은 현재의 해양환경을 충분히 반영할 수 있도록 최신의 데이터를 사용해야 할 것이다. 둘째, 수치모델링시 가장 중요한 과정은 모델의 보정과 검증과정이므로 이를 철저히 수행해서 객관성과 신뢰성을 확보해야 할 것이다. 보정과 검증은 파라메타를 조정하여 현 상황과 비교해서 해를 근사화시키는 과정이고, 검증은 실측과 예측치를 상호비교·검토해서 오차를 최대한 줄여 예측의 신뢰성을 확보하는 과정이다. 일반적으로 해수유동모델의 보정과 검증은 해당 해역의 대표지점에서 조위와 조류 등에 관해서는 충분히 수행하지만, 수질모델의 보정과 검증은 대폭 생략하거나, 수질오염물질도 보존물질로 취급해서 간략히 수행하는 경우가 있는데, 모든 수치모델 적용시는 그 결과를 해석하기 전에 기본적으로 각각의 검증과정을 별도로 제시해야 할 것이다. 특히, 오염원생성 및 오염부하량 유출과 관련된 경우에는 유기물질과 무기물질로 구분해서 그 영향을 평가함이 필요하다. 해수유동모델의 검증도 조류에 대해서는 최강유속의 편차보다는 연속조류관측 자료를 바탕으로 세밀하게 수행해야 하고, 특히, 부유사 확산 모델의 경우에는 검증절차 없이 해수유동모델에서 재현된 유동장과 부유사 발생량 산정자료를 이용해서 예측하고 있는데, 확산 및 침강계수 등 입력계수의 변화에 따라 그 영향권이 매우 민감하게 변할 수 있으므로 사용한 계수와 값 및 그 근거를 과학적으로 제시할 필요가 있다. 또한, 수질조사에서 실측한 부유사농도를 근거로 부유사 확산결과를 검증·검토해야 할 것이다. 셋째, 예측에 이용되는 모델은 검증된 모델로서 그 특성과 한계를 명확히 제시하여야 할 것이다. 넷째, 신뢰성을 평가하는 과정을 통계프로그램 등을 이용하여 제시할 필요가 있다. 특히, 모델 검증에서 신뢰성 확보와 수용도를 판단할 때, 절대오차와 결정계수 등을 제시해서 결과를 해석하고 장래예측의 오차를 판단하는데 근거를 제시해야 할 것이다. 연안오염총량관리기술지침에는 해수유동 및 수질모델의 경우에 상대오차범위를 약 10~20% 이내로 두고 있다. 다섯째, 모델영역은 광역과 상세역으로 구분해서 평가하고, 최신의 수심과 지형변화를 반영하는 등 분해능을 최대한 높여야 할 것이다. 여섯째, 예측시기는 환경적으로 가장 민감하고 오염될 확률이 높은 경우를 가상하고 불가피한 영향과 극한 상황의 시나리오 등을 고려·시뮬레이션해서 환경변화의 모든 가능성을 충분히 반영하고 해석할 필요가 있다.

특히, 최근에는 육역의 오염원에 대한 오염부하량을 비록 저감한다 하더라도 해역의 수질이 직접적으로 개선되지 않고 있다. 즉, 오염부하량 저감과 수질개선이 직선적인 비례관계에 있지 않다는 것으로 오염원변화에 따라 해역의 수질응답성 차이가 존재할 수 있다는 것이다(Fig. 6). 이러한 원인에는 앞서 언급한 세 가지의 수질지배요인 외에 추가적인 요소가 개입되는데, 첫째, 해역 자체의 기저농도가 중요한 함수가 될 수 있다. 이 기저농도는 해역자체가 장기간 수용하고 있는 물질의 농도로서 오염부하량의 유입이 제로일지라도 해역자체에서 나타날 수 있는 배경농도이다.

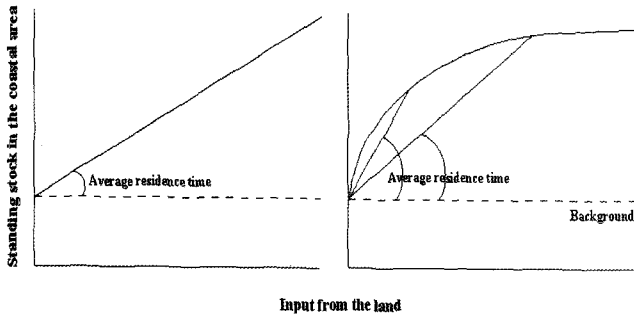


Fig. 6. Response of seawater quality according to the control of pollutant loads(Takeoka and Muraio, 1997).

즉, 오염된 해역에서는 유입 부하량의 저감과 동시에 장기간 축적되고 오염된 해수 자체의 오염농도를 저감하는 과정이 동시에 이루어져야 할 것이다. 특히, 집약적 양식이 이루어지는 폐쇄성 내만 해역에서는 퇴적물로부터의 물질 용출이 수질에 큰 기여를 하므로 이에 대한 저감방안을 반드시 고려해야 할 것이다. 둘째, 해역에서의 물질 거동이 보존성이 아닌 비보존성일 경우 생화학적 변화로 인한 비선형성이 나타날 수 있다. 보존물질인 경우 육상 오염원에서 해당 물질의 오염부하량을 저감할 경우 그에 따라서 해역에서의 농도가 직선적으로 감소하지만, 비보존물질인 경우에는 생화학적 변화과정으로 감소정도가 직선적으로 나타나지 않는다. 여기서, 중요한 것은 직선의 기울기로 해당 물질이 해역에서 평균적으로 체류하는 시간을 의미한다. 이러한 자료의 구축을 바탕으로 육상 오염부하량 저감에 따라서 해역에 있어서 오염물질의 농도감소와 그에 따른 소요되는 시간(수질회복시간) 등을 판단할 수 있는 간접적인 기초자료가 도출되어 수질관리에 유용될 수 있을 것이다. 물론, 육상 오염원 뿐만 아니라 퇴적물 등을 고려한 모든 오염원에 대한 오염부하량 저감과 해역 수질의 응답성에도 적용될 수 있을 것이다.

이러한 해역의 수질개선을 위해 연안 지자체에서는 관할 해역의 기본적인 현황 파악과 환경용량을 산정해서 관리계획을 주체적으로 장기적인 관점에서 수립하여 이행하고, 이에 따라서 정부에서는 다양한 지원을 마련해야 할 것이다.

5. 연안해역의 수질 관련제도의 융합과 정책 제언

연안해역에서 수질에 영향 미치는 개발과 계획 및 행위와 관련된 제도 및 정책을 요약하면 Table 1과 같다. 직접적으로는 연안오염총량관리제가 있고, 하수종말처리시설, 폐기물 및 분뇨처리시설 건설 등에 의한 오염원 신설과 오염부하량 유출과 관련된 사업과 행정계획에 대해서는 환경영향평가와 사전환경성검토제도에 의해 그 영향을 평가하고 있다. 물론, 「해양환경관리법」에서 규정된 해역이용영향평가는 환경영향평가와 대상사업이 다르지만 그 내용과 성격이 유사하여 동일한 범주로 고려할 수 있고, 해역이용협의 또한 행위의 신청·허

가하기 전에 평가한다는 측면에서 사전관리적 성격이 강하므로 사전환경성검토와 넓은 의미에서 동일하게 해석할 수 있을 것이다.

연안오염총량관리제도는 「해양환경관리법」에 따라서 현재 특별관리해역 중 마산만에서 목표수질기준을 설정하고 이에 따른 오염물질의 환경용량을 산정해서 배출부하량을 연차적으로 삭감하는 제도로서 효과적 수질관리에 필수적인 절차이다. 해역의 수질부문과 관련해서 환경영향평가제도와 사전환경성검토는 각각 「통합영향평가법」과 「환경정책기본법」상 사업시행과 행정계획 등에 의해서 수질에 미치는 영향을 평가하는 것으로 오염원의 생성·유출과 관련지을 수 있다. 즉, 개발·계획으로 발생하는 신규오염원이 미치는 영향과 저감대책에 대해서 평가항목으로 설정되어 있고, 이에 따라서 오염원 관리는 배출허용기준과 방류수수질기준을 적용하고 있는 상황이다. 또한 해역이용협의와 해역이용영향평가시에도 오염원 생성시 수질영향과 저감대책 등에 관해서 평가를 하도록 되어 있다. 한편, 연안관리지역계획은 연안을 포함하고 있는 지자체가 연안의 효율적 보전·이용 및 개발을 위해서 관리의 기본목표 및 실천방향을 수립하는 계획으로서 주로 연안 육역과 해역의 기능부여에 초점을 맞추고 있는데(해양수산부, 2000), 해역수질에 영향을 미치는 오염원에 대한 구체적인 관리방안과 오염부하량 산정에 관한 강제성은 없고 환경관리의 실효성도 부족한 상황이다.

이와 같은 관련 제도를 분석한 결과, 연안해역의 수질관리를 위해서는 복잡하게 얽혀있거나 유사성을 띠면서도 내용상 일관성이 부족한 제도 및 정책들을 효율적으로 통합해서 운영하거나 밀접하게 연계시키는 것이 필요한데, Fig. 7과 같이 연안수질과 직접적으로 관련되고 최적의 수질관리방안인 오염총량관리제를 중심으로 관련 제도상에 충분히 흡수·반영할 필요가 있다. 즉, 연안오염총량관리제의 대상이 되는 연안에서는 환경영향평가와 사전환경성검토에서 해당하는 사업이나 계획 중 신규 오염원에 대해서는 오염부하량을 산정하고 오염총량제와의 관계와 이행 내용을 평가서에 구체적으로 반영하고 평가받을 필요가 있다(이, 2003). 즉, 환경영향평가 및 사전환경성검토의 대상이 되는 사업이나 계획에 의해 하·폐수종말처리장 등 오염원의 오염부하량이 연안오염총량제를 실시하는 해역으로 신규 또는 추가적으로 유입하는 경우에는 구체적으로 목표수질달성을 위한 오염삭감량과 할당량을 제시해야 할 것이다.

또한, 실제적으로 연안을 관할하는 지자체에서는 연안관리지역계획을 해당 연안환경을 종합적으로 관리할 수 있는 정책 수단으로 활용해야 하며, 개발계획과 토지이용 및 기능부여에만 초점을 맞추기 보다는 환경관리계획에 좀 더 중심을 옮기는 것이 필요하고, 관할하는 해역의 오염총량제에 관한 계획을 수립하도록 의무화 또는 장려할 필요가 있다. 최소한 기본적으로 관할하는 해역으로 유입하는 오염원과 오염부하량 자료를 구축해서 향후 연안오염총량제의 확대·도입에 적극적으로 대처할 필요가 있다.

Table 1. The comparison of essential points among coastal water quality-related systems and programs in Korean coastal area

Systems Items	Total Pollutant Loads Management in Coastal Area	Environmental Impact Assessment	Prior Environmental Review	Local Plan for Coastal Area Management
Related Basis	「Marine Environmental Management Law」	「Law of Comprehensive Impact Assessment」	「Basic Law of Environmental Policies」	「Coastal Area Management Law」
Supervised/Oper- ated by	(former) Ministry of Maritime Affairs & Fisheries	Ministry of Environment	Ministry of Environment	(former) Ministry of Maritime Affairs & Fisheries
Implication Related to Coastal Water Quality	Mayors/country governors manage discharge loads of pollutants subject to total maximum daily loads program to be reduced less than allowable loads by city and country year by year	Estimating and analyzing effects of pollutant loads caused by development plan and operation on seawater quality and preparing appropriate measures	Reflecting effects of pollutant loads caused by administrative plans on seawater quality and environment on the plans through prior evaluation	Assigning effective functions to coastal land and sea areas and restricting behaviors
Enforced · Made by	Mayors/Country Governors	Business Proprietor and Developer	Business Proprietor and Developer	Heads of Local Government
Enforcement	Setup of target water quality criteria; Estimation of environmental capacity and assigned pollutant loads	Application of allowable standard for pollutants discharge and water quality standard for discharge	Application of allowable standard for pollutants discharge and water quality standard for discharge	No compulsory items related to pollutant loads and seawater environmental evaluation
Remark (Similar System)	Total Maximum Daily Load Program of River System	Impact Assessment of Coastal Area-Utilization	Consultation on Utilization of Sea Area	Integrated Coastal Area Management

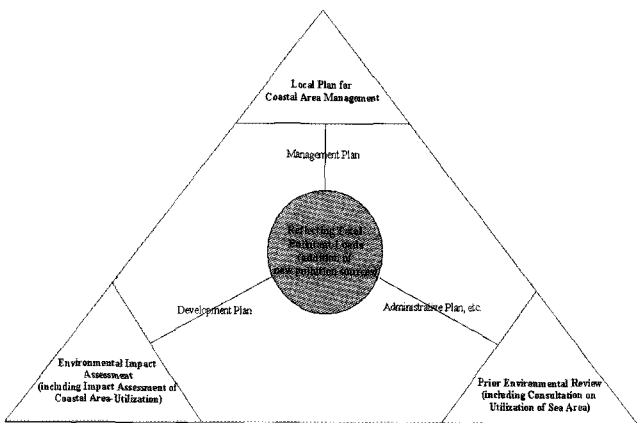


Fig. 7. System improvement for effective coastal water quality management.

물론, 현재 마산만에서만 시행되는 연안오염총량제도는 다른 특별관리해역으로 그리고 점진적으로 환경관리해역으로 확대·시행되어야 할 것이고, 그 외의 지역은 지자체장이 주무장관과의 협의를 통해 자발적으로 시행하는 것도 권고되어야 할 것이다.

「해양환경관리법」에서는 오염총량관리계획의 승인 후 (구)해양수산부장관은 환경부장관 및 관계 행정기관과 협의하여 총량관리계획에 포함된 개발사업을 허용할 수 있도록 하였는데, 환경영향평가시 이를 충분히 고려할 필요가 있다. 특히, 여러 개의 배수구역으로 나누어진 지자체에서는 허용된 오염

총량하에서 배출권거래제도를 통해 오염원을 적절히 안배하거나 처리효율과 배출지점을 수계내에서 최적화하는 시스템을 도입해서 친환경적 산업유치를 촉진시키고, 오염발생원과 인구를 분산시키는 효과를 꾀하여야 할 것이다(박 등, 2001). 오염총량관리계획에 의해 행정구역별로 그리고 오염물질별로 할당된 오염삭감량이 배출부하량-발생부하량과 연계되어 실질적으로 토지 및 산업시설 등 오염원과 관계된 행위 및 계획에 반영되어 저감대책이 세워져야 할 것이다.

주지하는 바와 같이 연안해역 수질의 주 오염원은 대부분 육역에 존재하는 상황에서, 현재 해역관리의 주체는 (구)해양수산부이고 육상오염원 관리의 주체는 환경부로 이원화되어 있는 상황에서 「연안관리법」에 따른 연안관리는 연안중심에서 통합·관리해야 하는 것이 가장 효과적이다. 이것은 연안 육역에 존재하는 오염원에 대해서는 연안환경을 관리하는 주무부처가 주도적으로 감시·감독하고 관리체제에 관한 법적 근거를 마련하거나 관련 법률을 정비해야 할 것으로 사료된다.

6. 결론

본 연구는 연안의 수질개선과 오염제어의 관점에서 효율적인 수질관리의 기법과 연안오염총량제 및 선진사례 검토, 현재 오염총량 산정시 나타나는 문제점과 환경용량과의 관계, 해양환경 예측모델로 활용되고 있는 생태계모델의 연구접근에

서 고려해야 하는 중요사항을 토의하고, 나아가서 연안관련 제도와 정책에서 반영하고 흡수해야 할 수질관리 내용과 개선 방안을 제시하였다. 수질관리는 해당 해역의 해역별 수질기준, 고유특성과 관계된 용도와 기능을 종합해서 좀 더 엄격한 목표수질기준을 설정하고 그것을 만족하기 위해서 실현가능하거나 절대적인 목표 오염삭감량(또는 총허용오염부하량)을 산정하는 것이 가장 효과적이다. 오염부하량의 산정과 평가시 조사방법과 항목, 오염원단위, 기초통계자료, 자가오염부하량 산정, 물질별 삭감량 산정, 관리체제 등 실제 적용과 이행에 있어서 일부 문제점과 개선사항이 지적되었고, 또한, 환경영향평가와 사전환경성검토 및 해역이용협의제도에서 관련 사업과 계획에 따른 해양환경에 미치는 영향평가에서 수치모델에 의한 중점평가항목 예측시 적용모델의 신뢰성과 과학적 타당성을 확보하는 방안이 검토되었다. 수질응답성 자료를 바탕으로 오염부하량 저감에 따른 해역의 오염물질 농도감소와 그에 따른 소요되는 시간(수질회복시간) 등을 판단할 수 있는 자료확보도 고려되어야 할 것이다.

연안수질과 직접적으로 관련되는 오염총량관리제를 중심으로 관련 제도와 정책상에 충분히 흡수·반영할 필요가 있는데, 연안오염총량제의 대상이 되는 연안에서는 환경영향평가와 사전환경성검토에서 해당하는 개발사업이나 계획 중 신규 오염원에 대해서는 오염부하삭감량과 할당량을 산정해서 평가서에 구체적으로 제시할 필요가 있고, 연안관리지역계획에서 해당 지자체는 개발계획과 토지이용 및 기능부여에만 초점을 맞추기 보다는 환경관리계획에 좀 더 중심을 옮겨 최소한 기본적으로 관할하는 해역으로 유입하는 오염원과 오염부하량 자료를 구축해서 향후 연안오염총량제의 확대·도입에 적극적으로 대처 할 필요가 있다. 특별관리해역 등 향후 연안오염총량제 적용대상이 되는 지자체에서는 하수도관리계획 등 도시계획을 수립할 때는 이러한 점을 고려해서 장기적이고 일관성 있는 하수도정책이 수립되어야 할 것이다. 물론, 연안오염총량제도는 다른 환경관리해역으로 점진적으로 확대·시행되어야 할 것이고, 그 외의 지역은 지자체장이 주무장관과의 협의를 통해 자발적으로 시행하고 인센티브를 주는 것도 검토해야 할 것이다. 연안오염총량관리계획의 승인 후 관련 부처는 총량관리계획에 포함된 개발사업을 허용할 수 있도록 하겠는데, 환경영향평가지 이를 충분히 고려할 필요가 있다. 연안 육역에 존재하는 오염원에 대해서는 연안환경을 관리하는 주무부처가 주도적으로 감시·감독하고 관리체제에 관한 법적 근거를 마련하거나 관련 법률을 정비해서 통합·운영해야 할 것으로 사료되었다.

후 기

본 연구는 국립수산과학원(해양보호지역관리, RP-2008-ME-007)의 지원에 의해 수행되었으며, 관련 자료 일부는 2004년도 한국학술진흥재단(KRF-2004-075-C00020)에 의해 협조되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 김봉석, 김용삼, 박윤희, 김태근(2006), 수질오염총량관리 에 따른 부하량 할당방법에 관한 연구, 한국물환경학회· 대한상수도학회 공동총계학술발표회 논문집, pp. 146-155.
- [2] 박석순, 나유미, 나은혜(2001), 과학적인 수질관리를 위한 오염총량관리제도의 추진 방안, 환경영향평가, 제10권, 제2 호, pp. 157-165.
- [3] 박재홍, 오승영, 박배경, 공동수, 류덕희, 정동일(2006), 수 질오염총량관리를 위한 관리대상물질, 한국물환경학회지, 제22권, 제6호, pp. 1004-1013.
- [4] 박청길(1996), 양식공학, 부경대학교 출판부, pp. 277-294.
- [5] 박청길(2007), 수질분석법, 동화기술, p. 230.
- [6] 이대인, 엄기혁, 김귀영, 장주형(2008), 해양환경관리법상 해역이용영향 검토기관의 발전방향, 한국해양환경공학회 지, 제11권, 제1호, pp. 55-62.
- [7] 이종호(2003), 수계 오염총량관리제와 환경영향평가제도의 통합운영방안, 환경영향평가, 제12권, 제5호, pp. 359-367.
- [8] 한국환경정책·평가연구원(1996), 연안역에서의 오염물질 유입저감을 위한 총량규제 방안에 관한 연구, KEI 연구보 고서, p. 131.
- [9] 해양수산부(2000), 연안관리지역계획 수립지침, p. 15.
- [10] 해양수산부(2006), 마산만 특별관리해역 연안오염총량관 리 기술지침(안), p. 72.
- [11] 해양수산부(2007), 해양환경관리법·시행령·시행규칙, p. 101.
- [12] 환경부(2007), 제2단계 수계오염총량관리기술지침, p. 96.
- [13] Lee D. I., Kim J. K.(2007), Estimation of total allowable pollutant loads using eco-hydrodynamic modeling for water quality management on the southern coast of Korea, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 10, No. 1, pp. 29-43.
- [14] Takeoka H., Murao H.(1997), Response of Water Quality to the Reduction of Nitrogen or Phosphorus Load from the Land, Bulletin on Coastal Oceanography, Vol. 34, No. 2, pp. 183-190. (in Japanese)
- [15] USEPA(United States Environmental Protection Agency)(1997), Technical guidance manual for developing total maximum daily loads, EPA 823-B-97-002, p. 254.

원고접수일 : 2008년 01월 04일

원고채택일 : 2008년 03월 21일