

수질오염총량관리제의 합리적인 시행을 위한 비점오염원관리 개선방안 - 비점오염원 관리지역 선정 및 비점오염물질 관리를 중심으로 - Improvement on Management of Non-point Source Pollution for Reasonable Implementation of TMDL - Focusing on Selection of Non-point Source Pollution Management Region and Management of Non-point Source Pollutant -

이상진[†] · 김영일*
Sang-Jin Yi[†] · Young-Il Kim*

충남발전연구원 환경생태연구부 · *충남발전연구원 충청남도물환경연구센터

Department of Environment and Ecology, Chungnam Development Institute

*Chungcheongnam-do Water Environment Research Center, Chungnam Development Institute

(Received October 6, 2014; Revised October 20, 2014; Accepted October 30, 2014)

Abstract : For effective implementation of total maximum daily load (TMDL), this study presented the improving plans of non-point source pollution management including the classification of non-point source pollution, calculation of non-point source pollution load (generated, discharged), selection of non-point source pollution management regions and management of non-point source pollutant. First of all, the definition of point source pollution and non-point source pollution based on the legal and scientific viewpoint should be precisely classified and managed. Especially, the forest, grassland and river without occurrence of environmental damage by activity of business and human should be separately classified natural background pollutants. The unit for generated and discharged non-point source pollution should be preferentially changed according to actual condition of watershed. The calculation methods of generated and discharged non-point source pollution should be corrected consideration of the amount of rainfall and duration of rainfall. While the TMDL is implemented, non-point source pollution management regions should be selected in the watersheds exceed the targeted water quality standards by the rainfall. The non-point source pollution management regions should be selected in the minimal regions where have high values of discharged non-point source pollution density in the urban area, farmland and site area except forest, grassland in the whole watershed. The non-point source pollutant reduction facilities, which take into consideration non-point source pollution load per unit area, duration of the excess concentration, realizable possibility of treatment, effectiveness of treatment cost versus point source pollutant, should be established in the regions with a large generated non-point source pollution load and a high concentration of water quality exceed the targeted water quality standards by the rainfall.

Key Words : Natural Background Pollutant, Non-point Source Pollutant, Non-point Source Pollutant Treatment Facility, Non-point Source Pollution Management Region, Total Maximum Daily Load (TMDL)

요약 : 수질오염총량관리제의 효율적인 시행을 위해 본 연구에서는 비점오염원의 분류, 비점부하량(발생, 배출) 산정, 비점오염원 관리지역의 선정, 비점오염물질 관리 등을 포함한 비점오염원 관리방안을 제시하고자 하였다. 무엇보다도 먼저 점오염원과 비점오염원의 정의는 학술적·법률적 관점에 기초하여 명확히 구분·관리하여야 한다. 특히, 사업활동과 사람의 활동에 의해서도 환경피해가 발생하지 않는 임야, 초지, 하천 등은 별도로 자연배경오염원으로 구분하여야 한다. 비점오염원 발생 및 배출부하량의 원단위는 유역의 실제여건에 맞도록 우선적으로 변경하여야 하며, 비점오염원 발생 및 배출부하량의 산정방법은 유역의 강수량 및 강수 지속시간을 고려하도록 수정하여야 한다. 한편, 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 비점오염원 관리지역은 강우시 하천의 오염물질 농도가 중권역 목표(관리목표)를 초과하거나 초과할 우려가 있는 유역을 대상으로 하며, 전체 유역 가운데 초지, 임야를 제외한 도시지역, 농경지, 그리고 대지 가운데 비점오염물질의 배출밀도가 높은 지역을 비점오염원 관리지역으로 최소화하여 선정하여야 한다. 비점오염물질저감시설은 단위면적당 비점오염물질 배출량, 오염물질 초과농도 지속시간, 처리의 실현가능성, 점오염원 대비 처리비용 효과 등을 고려하여 단위면적당 비점오염원 발생부하량이 많은 지역과 강우시 수질농도가 중권역 목표를 초과하는 유역에 설치하여야 한다.

주제어 : 자연배경오염원, 비점오염물질, 비점오염물질저감시설, 비점오염원 관리지역, 수질오염총량관리제

1. 서론

우리나라는 일반적으로 공공수역의 하천과 호소에서 수량이 부족해지는 갈수기에 유기물질 등 수질오염물질 농도가 높아지고, 같은 시기에 물의 이용량이 많아 수량 및 수질

관리에 어려움을 겪어 왔다. 또한, 하천과 호소가 오염되면 인간의 건강을 직·간접적으로 위협할 뿐만 아니라, 물을 이용하는 각종 산업 등에 지장을 초래하고 수서 동·식물까지 영향을 주기 때문에, 하천의 물 환경관리를 위해 여러 가지 집행수단 마련하고 이를 실현하기 위해 수질환경기준

[†] Corresponding author E-mail: lsjin@cdi.re.kr Tel: 041-840-1271 Fax: 041-840-1289

을 설정하여 물 환경을 관리하여 왔다.¹⁾

특히, 4대강 지표수의 수질관리 수단으로 주요 항목별(BOD, T-P)로 목표수질을 설정하고 기준유량 이상의 유황조건에서 목표수질 이하를 유지하도록 일정규모 이상의 배출구를 총량적으로 관리하는 수질오염총량관리제를 시행하고 있다.²⁻⁵⁾ 하지만, 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 대부분의 지역이 비점오염원에서 배출되는 수질오염물질의 양이 전체의 약 70% 정도에 육박하는 것으로 산정되고 있다.⁶⁾ 이와 같은 결과로 비점오염원의 오염물질 배출량을 줄여야만 수질개선을 기대할 수 있다는 정책기조와는 달리 실제 하천의 수질농도를 높아지게 하는 원인과는 많은 차이를 보이고 있다.

그럼에도 불구하고 수질오염총량관리제가 제도개선이 없이 시행됨에 따라 자치단체에서는 개발사업을 추진하는데 있어 개발할당부하량을 확보하기 위한 수단으로 비점오염물질처리시설을 설치하는 사례가 지속적으로 증가하고 있는 실정이다.⁷⁾ 이와 같이 수많은 비점오염물질처리시설의 설치·운영에도 불구하고 수질농도가 높아지는 평수기 이하의 유황조건에서는 공공수역의 수질개선에 한계를 보이고 있는 실정이다. 즉, 강우일이 없거나 강우량이 적은(10 mm/일 미만) 날에는 운영자체가 무의미하고, 강우량이 많은 집중 호우시기에는 사실상 빗물의 차집과 처리가 매우 어렵기 때문에 결국 시설의 연간운영 가능일이 매우 제한적이고 비용투자 대비 효과가 그리 높지 않은 것이 현실이다. 따라서

본 연구에서는 현행 수질오염총량관리제에서 적용되고 있는 비점오염원의 분류, 비점 발생 및 배출부하량 산정, 비점오염저감시설의 설치 및 비점오염원 관리지역 선정 등에 대한 현황과 문제점 분석을 통해 수질오염총량관리제의 합리적인 시행을 위한 현실적이고 효율적인 비점오염원 관리 방안을 제시하고자 한다.

2. 자연배경오염원

수질오염물질은 수질오염의 원인이 되는 물질로 상당히 많지만, 우리나라는 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에 총 53종을 수질오염물질로 규정하고 있다.⁸⁾ 수질오염이란 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의하여 수계 내 수질오염물질이 과다하게 배출되어 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태를 말한다.⁹⁾ 이는 크게 두 가지 의미를 내포하는데, 첫째는 사람의 건강이나 환경에 피해를 준다 하더라도 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의하지 않고 나빠진 자연상태는 수질오염이라 할 수 없고, 둘째는 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 기인한다 하더라도 사람의 건강이나 환경에 피해를 주지 않는다면 수질오염으로 볼 수 없는 것이다.

한편, 현행 법률에서 “점오염원”이란 폐수배출시설, 하수발생시설, 축사 등으로서 관거·수로 등을 통하여 일정한

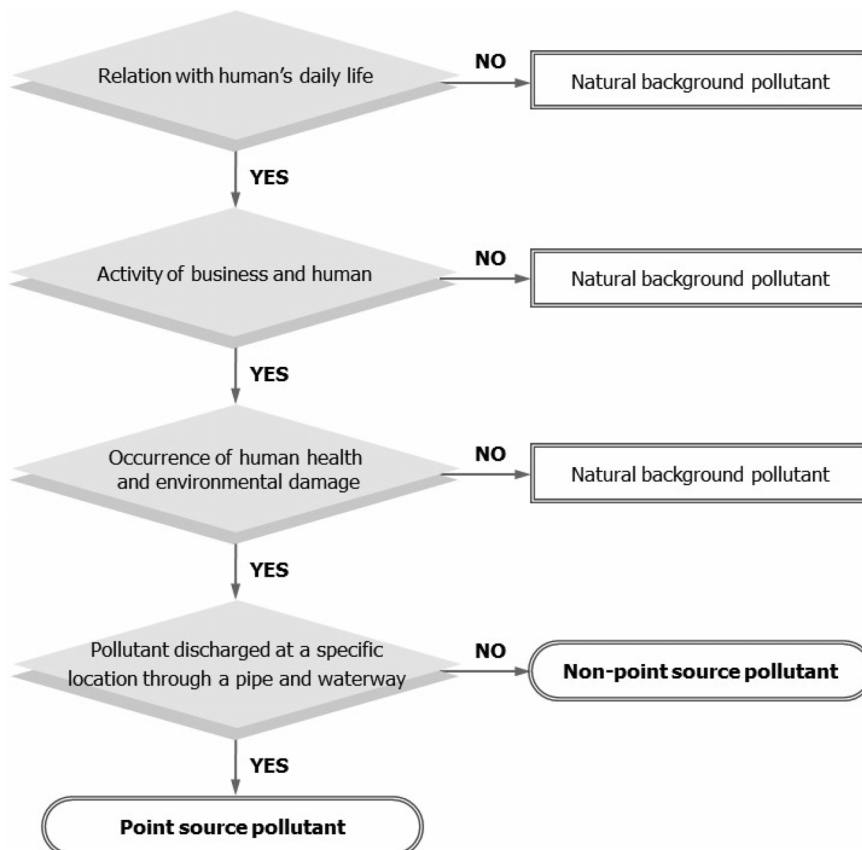


Fig. 1. Classification of point source pollutant and non-point source pollutant based on the law.

지점으로 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말하며, “비점오염원”이란 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정 장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말한다.⁸⁾ 즉, 관개·수로 등으로 배출되지 않는 폐수 배출시설, 하수발생시설, 축사 등은 학술적인 개념으로 점오염원이지만 법률적 정의에서는 비점오염원으로 분류되고 있다. 이를 종합해보면, 53종의 수질오염물질이 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의해 사람의 건강 및 환경피해를 주는 상태를 수질오염이라 할 수 있으며, 오염물질이 관개 및 수로 등 일정한 지점으로 배출되느냐에 따라 점오염원과 비점오염원으로 구분된다고 볼 수 있다. 그러나 비점오염물질이라 함은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등과 같이 불특정장소에서 불특정하게 유출되는 오염물질로 한정하고 있기 때문에, 점오염원의 관리소홀로 인하여 결과적으로 비점오염원 형태로 유역에 배출된다고 해서 비점오염원으로 분류하는 것은 유역관리에 혼선을 초래할 수 있다.

따라서 사람의 일상생활과 관련되지 않고 자연에 의한 오염으로 피해를 발생하거나, 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의해서도 환경피해가 발생하지 않는 임야, 초지, 하천 등은 비점오염원에 포함하지 않고 자연배경오염원(natural background pollutant)으로 구분하여야 한다. 이러한 부분은 미국의 환경청(EPA)에서 이미 점오염원과 비점오염원 이외에 자연배경오염원을 별도로 분류하고 있다. 비점오염원도 인위적인 개발에 의한 영향으로 나타나 저감시킬 수 있는 부분과 자연적인 부분으로 저감이 불가한 부분을 별도로 구별하고 있을 뿐만 아니라 오염원의 삭감에 있어서도 자연배경오염원 부분은 제외시키고 있다. 우리나라에서도 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 기존 토지이용현황(지목)에서 비점오염원으로 분류된 지목 가운데 임야, 제방, 하천, 구거, 유지, 사적지, 묘지 등을 자연배경오염원으로 분류하여 적용하는 연구를 수행한 바가 있다.¹⁰⁾ 이러한 기준에 근거하여 현행 법률적 기준에 의해 점오염원과 비점오염원을 분류하는 절차도를 Fig. 1에 나타내었다.

3. 비점오염원의 발생 및 배출부하량 산정

강우시 유역 내 비점오염물질 배출부하량의 실측은 사실상 불가능하기 때문에 수질오염총량관리제에서는 ‘수질오염총량관리기술지침’에 따라 산정하고 있다.¹¹⁾ 기술지침에서 제시하고 있는 비점배출부하량 산정방법은 토지지목별 비점오염물질 발생원단위를 적용하여 일평균 발생량을 산정한 다음 365일을 곱하여 연간 발생부하량을 산정하도록 하고 있다. 산정한 연간 발생부하량 중 10%는 강우량이 없거나 10 mm/일 미만 강우일에 배출되고, 90%는 월별 강우배출비에 따라 모두 공공수역으로 배출된다는 가정으로 인해 일일 발생량과 배출량이 같아지고 과대 계산되는 문제점을 가지고 있다.⁷⁾

그러나 비점오염물질의 배출양상은 비점오염물질 발생량

모두가 실제로 배출되지 않고, 토지의 비점오염물질이 토양미생물에 의해 분해되거나, 식물흡수 등에 의하여 상당량 삭감되거나 자정과정을 거쳐 일부가 잔존하다가 강우시 빗물과 함께 공공수역으로 유출된다. 또한, 비점오염물질은 10 mm/일 이상의 강우로 인해 연간 30~50일 정도만 배출되고 있음에도 불구하고, 연간량을 일간량으로 환산하여 비강우시에도 매일 배출하고 있다는 가정은 실제 배출특성과 많은 차이를 유발하고 있다.

따라서 첫째, 비점오염물질 중 유기물과 영양물질 등이 토양미생물에 의한 분해, 광산화, 식물흡수, 지하유출 등으로 인해 많은 양이 감소하여 배출됨에도 불구하고 감소량이 없이 모두 1년 동안 강우에 의한 100%가 공공수역으로 유출된다는 가정 하에 산출하는 ‘수질오염총량관리기술지침’의 관계식은 수정되어야 한다. 둘째, 비점오염물질이 초기 강우에 의해 대부분 배출됨에도 불구하고 강수량이 증가함에 따라 비점오염물질 배출량이 같은 비율로 증가한다는 산정식 또한 재검토되어야 하며, 셋째, 가축분뇨의 경우 점오염배출물질로 산정한 후 유기질비료 및 퇴·액비로 농지로 환원될 때, 비점오염배출물질로 산정되는 등 이중으로 계산되지 않도록 하여야 한다. 넷째, 비점오염물질 발생 및 배출량을 1일 단위로 규정하고 있지만 하천으로 유출할 수 있는 10 mm/일 이상의 강우일은 연중 약 30일 정도(이 가운데 약 10일 정도는 치수대책이 필요한 시기이므로 실제로 비점오염물질 관리가 필요한 기간은 약 20일 정도)로 365일 가운데 약 335일 정도는 비점오염물질관리가 의미가 없거나 관리할 수 없는 여건임에도 불구하고, 월별 산정된 전체량을 해당일수로 나누어 매일 배출된다고 가정한 계산식은 재정립되어야 한다.

결론적으로 비점오염원의 발생 및 배출부하량 산정에 있어 현실적인 여건에 맞도록 원단위의 수정이 무엇보다도 먼저 선행되어야 하며, 특히, 비점오염원의 오염물질배출량 산정에 있어서 강수량 및 지속시간에 따라 강수일의 총배출량을 산정하도록 하고, 강수조건에 따른 강우일의 배출량상과 공공수역의 유역특성에 맞는 비점오염원 발생 및 배출부하량 산정방법을 마련하여야 한다.¹²⁾

Table 1. Basic unit of annual average pollution load according to land category (unit : kg/km²·d)

Land category	BOD	T-N	T-P
Upland	1.59	9.44	0.24
Paddy	2.30	6.56	0.61
Forest	0.93	2.20	0.14
Site area	85.90	13.69	2.10
Others	0.960	0.759	0.027

4. 비점오염원 관리지역의 선정 및 비점오염물질 관리

비점오염원 관리를 위해 현행 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에서는 일정 규모 이상의 도시의 개발, 산업단지의 조성, 그 밖에 비점오염원에 의한 오염을 유발하는 사업장은 비점오염원 설치를 신고하고, 비점오염저감시설을 설치하도록 하고 있다. 또한, 강우로 인하여 비점오염원에서 유출되는 오염물질로 인하여 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태계에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역에 대하여 6가지 지정기준에 따라 비점오염원 관리지역을 지정하여 관리하도록 하고 있다.⁸⁾ 이러한 기준에 의해 현재 우리나라는 소양호, 도암호, 임하호, 광주광역시 및 수원시 전지역, 골지천 유역 등 총 6개 지역을 비점오염원 관리지역으로 지정하고 있다.

한편, 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체에서는 지역개발부하량 확보의 수단으로 비점오염저감시설을 무분별하게 설치하고 있는데, 공공수역의 수질개선은 하천 유량이 많고 수질농도가 높은 유역에 우선적으로 집중해야 하므로 강우유출량을 포함한 하천유량의 증가율보다 비점오염물질 배출량 증가율이 큰 유역을 비점오염원 관리대상 유역으로 선정하여야 한다. 따라서 무분별하게 설치된 비점오염저감시설은 효율성 저하뿐만 아니라 강우시 유역조건을 고려한다면 비용투자에 비해 실질적인 수질개선에 큰 도움이 되지 않는다. 따라서 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에서 정하고 있는 사업에 대하여 비점오염저감시설을 설치하도록 하고, 그 외에 비점오염원 관리지역으로 지정된 지역의 오염물질 배출특성을 조사·분석하여 비점오염물질 배출량이 커서 실제 공공수역의 수질이 나빠지는 지역에 한하여 저감시설의 설치를 권고해야 한다.

결론적으로 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 비점오염원 관리지역은 강우시 하천의 오염물질 농도가 중권역 목표(관리목표)를 초과하거나 초과할 우려가 있는 유역을 대상으로 하여야 하며, 전체 유역 가운데 초지, 임야 등을 제외한 도시지역, 대지, 농경지 가운데 비점오염물질 배출밀도가 높은 지역을 중심으로 최소화하여 지정하여야 한다. 비점오염저감시설은 대부분 단위면적당 비점오염원의 배출부하량이 많은 지역과 강우시 하천 수질농도가 중권역 목표를 초과하는 유역을 대상으로 중권역 목표를 초과하는 시기의 초과배출량을 처리하도록 설치하여야 한다. 강우로 인해 하천의 수질농도가 중권역 목표를 초과한다 하더라도 단위면적당 비점오염물질 배출량, 초과농도 지속시간, 처리의 실현가능성, 점오염원 대비 처리비용 효과 등 다양한 부분을 고려하여야 한다. 특히, 유역 내 위치한 호소, 저류지 등은 대부분의 기간 동안 상류지역의 비점오염물질을 저류시켜 실제적으로 하류에 비점오염물질을 배출시키지 않으므로 이러한 사항까지 고려하여 비점오염원 관리를 위한 제도의 전폭적인 수정이 필요한 것으로 판단된다.

5. 결론

수질오염총량관리제에서 적용되고 있는 비점오염원의 분

류, 비점 발생 및 배출부하량 산정, 비점오염원 관리지역의 선정 및 비점오염저감시설의 설치 등에 대한 현황 및 문제점 분석을 통해 도출된 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1) 점오염원과 비점오염원을 학술적·법률적 정의에 기초하여 명확히 구분·관리하여야 하며, 특히, 사람의 일상생활과 관련되지 않고 자연에 의한 오염으로 피해를 발생하거나, 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의해서도 환경피해가 발생하지 않는 임야, 초지, 하천 등은 비점오염원에 포함하지 않고 자연배경오염원으로 구분하여야 한다.

2) 비점오염원의 발생 및 배출부하량 산정에 있어 현실적인 여건에 맞도록 원단위의 수정이 무엇보다도 먼저 선행되어야 하며, 특히, 비점오염원의 오염물질배출량 산정에 있어서 강수량 및 지속시간에 따라 강수일의 총배출량을 산정하도록 하고, 강수조건에 따른 강우일의 배출량상과 공공수역의 유역특성에 맞는 비점오염원 발생 및 배출부하량 산정방법을 마련하여야 한다.

3) 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 비점오염원 관리지역은 강우시 하천의 오염물질 농도가 중권역 목표(관리목표)를 초과하거나 초과할 우려가 있는 유역을 대상으로 하여야 하며, 전체 유역 가운데 초지, 임야 등을 제외한 도시지역, 대지, 농경지 가운데 비점오염물질의 배출밀도가 높은 지역을 중심으로 최소화하여 지정하여야 한다.

4) 비점오염물질저감시설은 대부분 단위면적당 비점오염원 발생부하량이 많은 지역과 강우시 하천 수질농도가 중권역 목표를 초과하는 유역을 대상으로 설치하여야 하며, 강우로 인해 하천 수질이 중권역 목표를 초과한다 하더라도 단위면적당 비점오염물질 배출량, 초과농도 지속시간, 처리의 실현가능성, 점오염원 대비 처리비용 효과 등 다양한 부분을 고려하여야 한다.

Acknowledgement

본 연구는 충남발전연구원 2013년도 기본연구과제로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

KSEE

Reference

1. Ministry of Environment, Master Plan of Water Environment Management, pp. 89~95(2006).
2. Ministry of Environment, Act on Water Management and Resident Support in the Geum River Basin(2014).
3. Ministry of Environment, Act on Water Management and Residents Support in the Nakdong River Basin(2014).
4. Ministry of Environment, Act on the Management of Water and Support of Residents in the Yeongsan and Seomjin River Basin(2014).

5. Ministry of Environment, Act on the Improvement of Water Quality and Support for Residents of the Riverhead of the Han River System(2014).
6. Collaboration with Relevant Government Ministries, The Second stage (2012~2020) Master Plan of Non-point Source Pollution Management (2012).
7. Lee, S. W., Analysis of Actual Condition of Non-point Source Pollution Management for Improvement of Water Quality, Audit and Inspection Research Institute(2013).
8. Ministry of Environment, Water Quality and Ecosystem Conservation Act(2014).
9. Ministry of Environment, Framework Act on Environmental Policy(2014).
10. Han, Y. H., Effect Analysis of Natural Background Source in Gangwon Province and Improvement Plan of Margin of Safety in TMDLs, Research Institute for Gangwon(2013).
11. Ministry of Environment, Technical Guidelines of TMDL (2014).
12. Lee, S. J., Lee, S. D., Kim, G. H. and Jeong, W. H., Establishment Schemes and operation condition of Non-point Source Pollutant Treatment Facilities in Chungcheongnam-do, Chungnam Development Institute(2009).