

수질오염총량관리제의 합리적인 시행을 위한 시행절차 개선방안 Improvement of Procedures for Reasonable Implementation of TMDL

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

충남발전연구원 충청남도물환경연구소
Chungcheongnam-do Water Environment Research Center, Chungnam Development Institute

(2011년 5월 18일 접수, 2011년 8월 29일 채택)

Abstract : The policy of total maximum daily load (TMDL) was introduced to manage wasteload within the loading capacity to achieve water quality standards in the watershed. While the TMDL was implemented, the institutional and technical correction for the improvement of procedure was accomplished even though there were various problems and basically through the process of trial & error. However, a fundamental improvement of this policy is needed to implement the TMDL. This study has come up with a new viewpoint on improving this procedure for reasonable implementation of TMDL. First of all, the water quality and flowrate monitoring of the tributaries should be implemented. This should be done through the establishment of a monitoring system which will include standards of scope, a set time period, water quality parameters and frequency follow ups for the implementation of TMDL. The basic plan in all of the watersheds should be developed based on the establishment of water quality parameters and standards for water use and ecological purposes according to the results of the water quality and flowrate monitoring in the watersheds. The implementation plan for water quality improvement should be established in the watersheds where exceeds the targeted water quality standards. The performance assessment of TMDL should be conducted every year to meet the satisfaction assessment of water quality standards in the watersheds. Finally, if the water quality standards in the watersheds can not be attained or the water quality parameters and standards should be changed, the implementation procedure will be performed according to the iterative process. On the contrary, the policy of TMDL in the watersheds where the water quality standards have been met the goal will be finished.

Key Words : *Total Maximum Daily Load (TMDL), Water Quality and Flowrate Monitoring, Water Quality Standard, Basic and Implementation Plan, Performance Assessment*

요약 : 수질오염총량관리제는 유역에 설정된 목표수질을 달성하기 위해 허용부하량 이내로 오염물질의 배출량을 관리하기 위해 도입되었다. 그 동안 수질오염총량관리제를 시행해오면서 수많은 시행착오와 문제점들이 발생하여 이를 개선하기 위한 제도적, 기술적 보완이 이루어져 왔으나, 제도의 효율적인 시행을 위해 근본적인 개선이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 수질오염총량관리제의 합리적 시행을 위한 개선방안을 새로운 시각에서 제시하고자 한다. 수질오염총량관리제의 시행에 있어 무엇보다도 먼저 지류하천의 수질·유량모니터링을 위한 대상하천의 규모, 측정시기, 항목 및 주기 등을 포함하는 시스템 구축을 통하여 모니터링을 수행하여야 한다. 모니터링 결과를 바탕으로 해당유역의 이수 및 생태목적에 맞도록 대상물질 및 목표수질을 설정하고, 전체유역을 대상으로 기본계획을 수립하여야 한다. 목표수질을 초과하는 유역만을 대상으로 수질 개선을 위한 시행계획을 수립하고, 시행계획에 따른 해당유역의 목표수질 만족여부를 주요내용으로 하는 이행평가를 매년 수행해야 한다. 최종적으로 해당유역에 설정된 목표수질을 만족하지 못하거나, 대상항목 또는 목표수질이 변경되면 동일한 순으로 절차를 반복하게 되고, 해당유역에 설정된 목표수질을 만족하면 해당유역의 수질오염총량관리제를 종료하면 된다.

주제어 : 수질오염총량관리제, 수질·유량모니터링, 목표수질, 기본 및 시행계획, 이행평가

1. 서론

수질오염총량관리제는 하천의 주요지점에 목표로 하는 해당항목의 수질농도를 달성·유지하기 위하여 기준유량 이상의 모든 유황조건에서 해당유역 전체의 오염물질 배출량을 관리하는 제도이다.¹⁾ 수질오염총량관리제의 시행을 위해 한강수계는 1999년, 낙동강을 포함한 금강 및 영산강·섬진강수계는 2002년에 각각 특별법이 제정된 이후, 한강수계는 임의제로 시행중이고 낙동강, 금강(만경강·동진강수계 포함), 영산강·섬진강수계는 2004년부터 의무제로 시행중에 있다.²⁻⁵⁾ 수질오염총량관리제는 2010년에 제1단계

수질오염총량관리제가 종료된 이후 2011년부터 제2단계 수질오염총량관리제가 시행중에 있으며, 그 동안 임의제로 시행해오던 한강수계도 2013년부터는 의무제로 전환되어 4대강수계가 모두 의무제로 시행될 예정이다.

하지만, 제1단계 수질오염총량관리제를 시행해오면서 수많은 시행착오와 문제점들이 발생하여 이를 개선하기 위한 제도적, 기술적 보완이 이루어져 왔으나, 이러한 보완들은 일시적인 문제점 해결을 위한 방안에 불과하므로 제도의 시행에 있어 근본적인 개선이 필요한 실정이다. 수질오염총량관리제의 시행에 있어 가장 기초가 되고 중요한 것이 기준유량과 목표수질인데, 기준유량은 과거의 유량실측자

[†] Corresponding author E-mail: yikimenv@cdi.re.kr Tel: 041-840-1220 Fax: 041-840-1289

료가 부족하여 비유량법, 수위-유량관계식 등을 이용하고 있어 기준유량인 저수량을 산정하는데 부정확성을 내포하고 있다. 특히, 기준유량 산정을 위해 선행되어야 하는 하천의 수질·유량모니터링도 본류를 중심으로 이루어지고 있어 지류하천의 기준유량 산정 및 목표수질 설정에 한계를 보이고 있는 실정이다.⁶⁾ 또한, 오염총량관리대상 오염물질의 선정 및 목표수질의 설정도 하천의 수질·유량모니터링 결과를 바탕으로 유역 내 자치단체간의 협의구조를 통하여 설정하여야 함에도 불구하고 유역환경을 고려하지 않고 국가차원에서 일률적으로 설정하여 시행하고 있다. 이로 인해 실제 오염된 하천유역이 수질개선유역으로 선정되고 이러한 유역에 수질개선방안이 수립되어야 함에도 불구하고, 현행 제도에서는 수질개선방안이 실제 유역현황과 상당히 다르게 수립되는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 제1단계 수질오염총량관리제가 종료된 시점에서 그 동안 시행절차상 나타났던 문제점들을 개선하고 제2단계 수질오염총량관리제의 바람직한 추진을 위하여 새로운 시각에서 수질오염총량관리제 시행절차의 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 수질오염총량관리제의 합리적인 시행절차

수질오염총량관리제의 합리적인 시행을 위해서는 무엇보다도 먼저 대상유역 하천의 수질·유량모니터링을 통해 유역특성을 정확히 분석하는 것이 중요하다. 이를 바탕으로 해당유역의 이수 및 생태목적에 맞도록 오염총량관리대상 오염물질의 선정 및 목표수질을 설정하고, 전체유역을 대상으로 기본계획을 수립해야 한다. 목표수질 만족여부 평

가를 통하여 목표수질을 초과하는 유역을 대상으로 수질개선을 위한 시행계획을 수립하고, 시행계획에 따른 해당유역의 목표수질 만족여부를 주요내용으로 하는 이행평가를 매년 수행해야 한다. 최종적으로 해당유역에 설정된 목표수질을 만족하지 못하거나 오염총량관리대상 오염물질 또는 목표수질이 변경되면 상기와 같은 절차를 반복하게 되고, 해당유역에 설정된 목표수질을 만족하면 해당유역의 수질오염총량관리제를 종료하면 된다.⁷⁾ 이상과 같이 수질오염총량관리제의 합리적인 시행을 위한 순서도를 Fig. 1에 나타내었으며, 각 세부절차의 내용을 아래에 자세하게 설명하였다.

2.1. 하천 수질·유량모니터링

수질오염총량관리제의 시행에 앞서 무엇보다도 먼저 대상유역 내 하천을 대상으로 장기적인 수질·유량모니터링을 통해 축적된 자료를 이용하여 유역특성을 정확히 분석하는 것이 중요하다.⁸⁾ 특히, 계획수립에 있어 하천의 수질·유량모니터링 자료는 유역현황 파악, 기준유량 산정, 단위유역 목표수질 설정 및 평가, 수질개선유역 및 우선순위 선정, 오염물질 삭감계획 수립을 위한 중요한 기초자료로 활용된다.^{9,10)} 그러나 현행 수질오염총량관리제에서는 중앙정부(환경부) 주도로 수질/유량측정망(총량측정망) 145개(한강 49, 낙동강41, 금강32, 영산강·섬진강23) 지점을 대상으로 수질 및 유량을 모니터링하고 있다.¹¹⁾ 총량측정망은 대부분 본류의 목표수질 설정지점을 중심으로 구축되어 있어 지류하천의 유역환경을 분석하는데 어려움을 겪고 있다. 또한, 단위유역 내 위치한 지류하천의 수질·유량모니터링은 계획수립기관에서 기본계획 수립시 수질모델의 기초자료로 활용하기 위하여 일시적으로 수행하고 있으며, 이행평가 과정에서는 여러 가지 이유 등으로 인해 거의 측정하지 않고 있어 단위유역 내 위치한 지류하천의 수질변화를 파악하는데 한계를 가지고 있다. 이러한 문제점을 일부 개선하기 위해 2010년 말부터 3대강수계 오염총량관리 단위유역 내 지류하천의 시·군 경계지점 94개소를 대상으로 수질·유량모니터링을 수행하고 있으나, 모니터링 위치 및 측정지점 수가 제한적이어서 해당유역의 특성을 파악하는데 어려움이 있는 실정이다.

따라서, 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 무엇보다도 먼저 해당유역 내 모니터링 대상하천의 규모, 측정시기, 항목 및 주기, 수행기관 등에 대한 명확한 기준을 마련하여야 한다. 계획(기본 및 시행) 수립 및 이행평가와 관계없이 수계별 유역현황 파악 및 수질개선유역의 선정을 위해 하천의 수질 및 유량은 일정횟수 이상을 상시적으로 모니터링하여야 하며, 재정적인 여건을 고려한다면 최소한 평수기~갈수기가 포함되도록 10월에서 익년 6월까지의 수행하여야 한다. 이러한 경우 본류에 설정된 단위유역 말단지점은 국가(환경부), 지류하천은 해당 광역자치단체장(광역시장 또는 도지사)이나 광역자치단체장이 지정하는 기관에서 수행하도록 하여야 한다.¹²⁾ 특히, 하천유량이 많고 수질농도가 높은 중점 개선유역을 선정하고, 수질개선 방안의 적용을

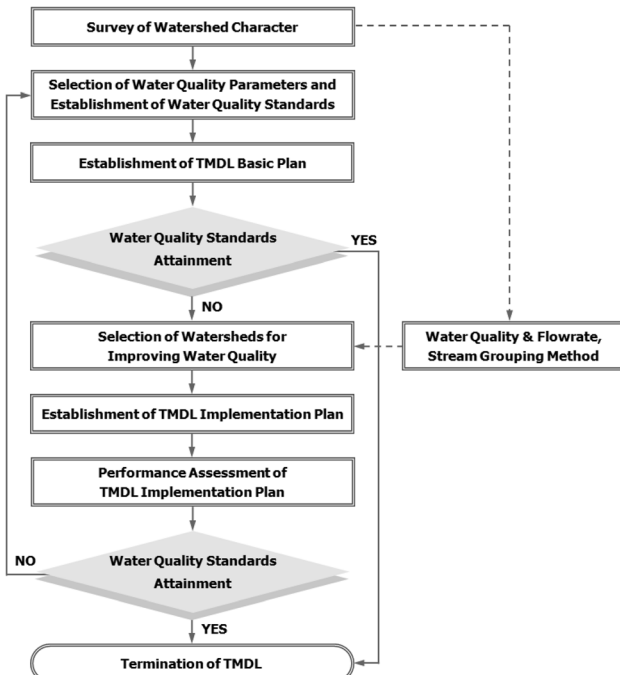


Fig. 1. Flowchart of procedures for reasonable implementation of TMDL.

통하여 개선정도의 파악을 위해서는 상시적인 하천 수질·유량모니터링 시스템의 구축이 필요하다.¹³⁾ 또한, 하천의 수질·유량모니터링 결과는 상시적으로 공유하여 수질오염총량관리제의 기본 및 시행계획, 이행평가 뿐만 아니라 물환경계획(이·치수계획, 하천 및 환경계획)을 수립하는데 활용할 수 있도록 관리체계를 구축하여야 한다. 결론적으로 지류하천의 수질·유량모니터링은 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 가장 기초적인 작업인 동시에 없어서는 안 될 아주 중요한 과정이라 할 수 있다.

2.2. 오염총량관리대상 오염물질의 선정 및 목표수질 설정

오염총량관리대상 오염물질의 선정과 목표수질 설정을 위해서는 본류를 포함한 지류하천의 수질·유량모니터링이 선행되어야만 가능하다. 그러나 현행 제도에서는 유역특성, 수계구간별 이수목적, 생태건강성 확보, 경제·사회적 수질관리 여건 등을 고려하여 오염총량관리대상 오염물질을 선정하였다고는 하나, 지류하천의 수질·유량모니터링이 수행되지 못함으로 인한 자료의 부족으로 해당 유역의 특성을 반영하지 못한 채 4대강수계 전체를 대상으로 동일한 오염물질 1~2개(1단계: BOD₅, 2단계: BOD₅ 및 T-P)를 일률적으로 설정하여 관리하고 있다.¹⁴⁾ 이로 인해 실제 오염총량관리대상 오염물질이 전혀 문제가 되지 않는 유역도 불가피하게 계획을 수립하여 시행함으로써 재정 및 행정력 낭비를 초래하고 있는 실정이다.

한편, 목표수질은 제1지류하천에 설정된 몇 지점을 제외하고 대부분 본류의 단위유역 말단지점에 설정되어 있어 하류에 위치한 자치단체의 유역현황(지류하천의 수질)이나 수질개선 노력과 관계없이 상류지역의 댐 방류량이나 상류 자치단체로부터 배출된 오염물질로 인해 목표수질 설정지점의 수질이 결정되는 문제를 가지고 있다. 이로 인해 하류에 위치한 자치단체가 속한 단위유역의 목표수질이 초과할 경우 자치단체 사이에 책임과 권한이 모호해지는 결과가 발생하고 있다. 이러한 현상을 단편적으로 보여주기 위하여 Fig. 2에 금강 본류 중·하류지역을 중심으로 단위유역 설정지점의 목표수질과 2010년 평균 BOD₅ 농도를 나타내었다. 그림에서와 같이 대청조정지댐 방류수(금분F)는 0.8 mg/L로 매우 양호한 수질을 보였으나, 대전광역시의 갑천(갑천A, 5.0 mg/L)과 충청북도의 미호천(미호C, 4.5 mg/L)이 합류된 이후 하류 단위유역은 모두 목표수질(2.9 또는 3.0 mg/L)을 초과하는 결과를 보였다. 그러나 상류지역(갑천 및 미호천)에서 배출된 오염물질로 인해 본류에 설정된 목표수질이 모두 초과하였음에도 불구하고, 동일 시기에 해당 단위유역에서 본류로 유입되는 주요 지류하천은 1~2개를 제외하고 대부분 목표수질 이내로 매우 양호한 결과를 보였다.

이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 먼저 하천 수질·유량모니터링 결과를 통해 국가 물 환경정책에 부합되도록 국가하천인 본류를 중심으로 국가차원에서 달성하고자 하는 수질항목별 환경목표(goal)를 설정하고, 수질항목별 초

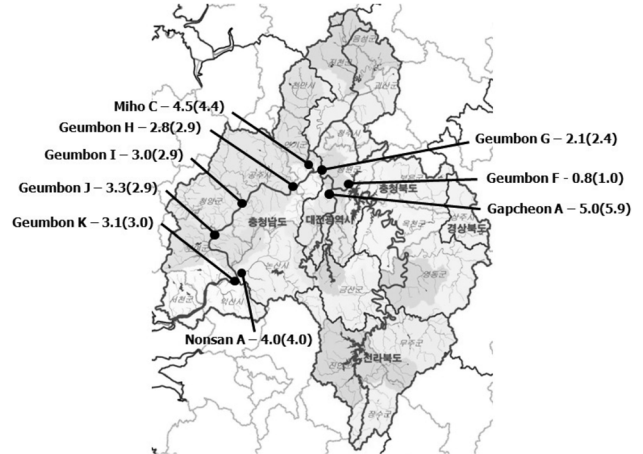


Fig. 2. Average BOD₅ concentration at the point of water quality standards in the watersheds of Geum River in 2010.

과여부에 따라 지류하천 유역별로 오염총량관리대상 오염물질을 선정하여야 한다.¹⁵⁾ 즉, 국가차원의 환경목표를 달성하기 위해 각 지류하천 유역별로 문제가 되는 수질오염물질을 선정하여 집중적으로 관리하는 것이 필요하다. 오염총량관리대상 오염물질이 선정되면 본류의 환경목표를 만족하기 위해 지류하천을 대상으로 환경목표를 초과하는 수질오염물질별로 목표수질을 설정하여야 하며, 목표수질은 하천의 이수목적(생·공용수, 농업용수, 수생태 보호, 친수 활용 등), 오염물질의 종류 및 농도, 달성가능 여부 등을 감안하여 설정하여야 한다.¹⁶⁾ 이러한 기준으로 볼 때 앞서 언급한 바와 같이 본류에는 국가차원에서 달성하고자 하는 환경목표를 설정하고, 본류로 유입되는 지류하천에는 본류의 환경목표를 초과하는 수질오염물질에 대해 목표수질을 설정하여 해당 자치단체에서 관리하도록 해야 한다. 또한, 목표수질은 본류로 유입되는 지류하천의 말단지점을 중심으로 설정하고, 환경목표를 초과하는 유역에 위치한 하천 중에서 저수기 시기에 최소 하천유지유량(환경유량) 이상의 유량이 흐르는 하천을 대상으로 설정하여야 한다. 그리고 2개 이상의 자치단체를 경유하는 하천은 자치단체 경계지점에 협의수질을 설정하여 자치단체의 책임과 권한을 부여하는 것이 중요하다.¹⁷⁾

2.3. 수질개선 하천유역의 선정

하천 수질·유량모니터링 결과를 바탕으로 본류에 설정된 환경목표를 달성하기 위해 수질오염물질별 목표수질을 초과하는 지류하천 유역을 수질개선하천유역으로 선정하여야 한다. 그러나 현행 제도에서는 수질오염총량관리 기본계획은 전체 수계를 대상으로 수립하고 있으며, 수질개선을 위한 시행계획은 본류의 단위유역 말단에 설정된 목표수질이 기본계획 수립시점을 기준으로 과거 3년 평균 2회를 초과하는 단위유역 전체를 대상으로 하고 있다.²⁻⁵⁾ 이로 인해 실제 지류하천 유역이 오염되어 수질개선이 필요한 유역임에도 불구하고 본류의 상·하류 유역 간 연계성으로 인해 해당 자치단체가 속한 본류 단위유역의 수질이 목표

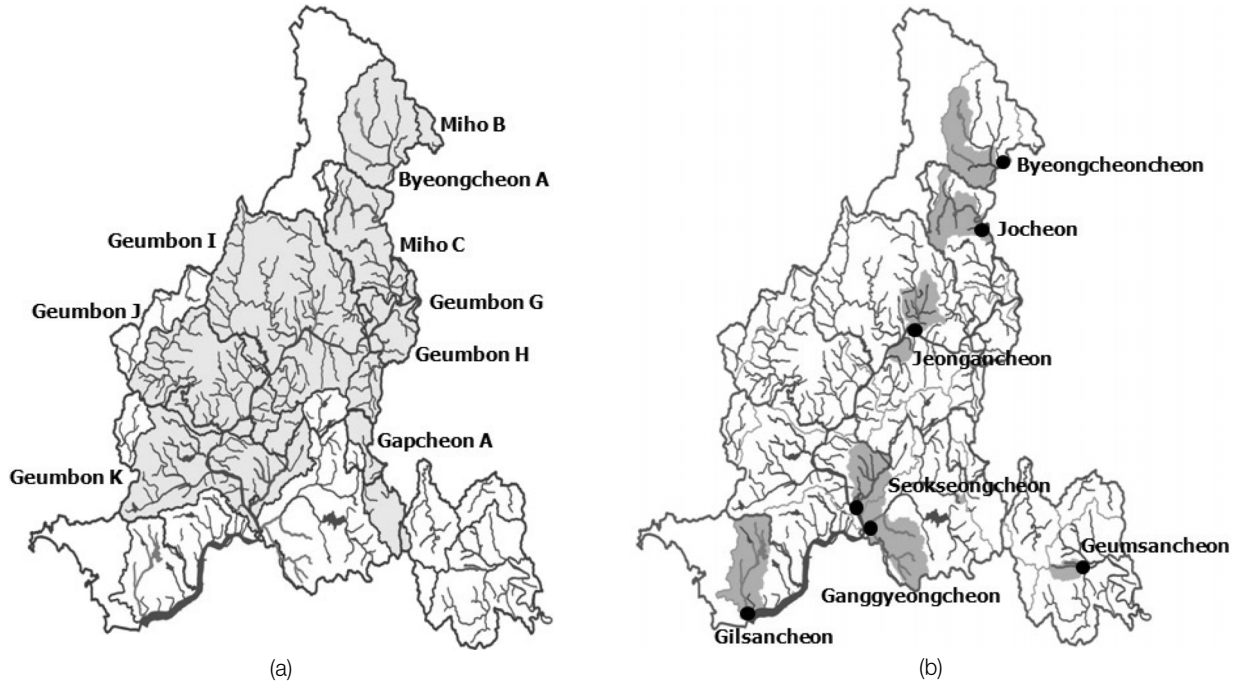


Fig. 3. Comparison on the area for establishment of implementation plan according to excess of water quality standards in the Geum River watershed (a) Watershed, (b) Tributary.

수질을 만족하게 되면 시행계획 수립대상지역에서 제외되고, 반대로 지류하천 유역의 수질이 목표수질 이내로 양호하더라도 본류 단위유역의 수질이 목표수질을 초과하게 되면 전체 단위유역이 시행계획 수립대상지역으로 포함되는 경우가 발생하고 있다. Fig. 3은 제2단계 충청남도 금강수계 수질오염총량관리 기본계획에서 선정한 시행계획 수립대상유역(a)과 지류하천 수질·유량모니터링 결과를 바탕으로 본류에 설정된 목표수질을 초과하는 지류하천 유역(b)만을 선정한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 3(b)에서 보는 바와 같이 지류하천의 수질·유량모니터링 결과를 바탕으로 본류의 목표수질을 초과하는 유역은 전체 유역 중에서 5~6개 지류하천 유역만 해당되나, 현행 제도에서는 지류하천의 수질은 고려하지 않고 단순히 본류에 설정된 목표수질을 초과하면 Fig. 3(a)에서와 같이 전체 단위유역이 수질개선 유역(시행계획 수립대상유역)으로 선정되는 불합리한 경우가 발생하고 있다.¹⁸⁾

앞서 언급한 문제점들을 개선하기 위해서는 먼저 지류하천 중심의 수질·유량모니터링을 통하여 지류하천에 목표수질을 설정하고, 목표수질을 초과하는 유역을 수질개선 유역으로 선정하여 집중 관리하여야 한다. 이를 위해 본류의 환경목표 및 지류하천의 목표수질을 달성하기 위한 기본계획은 전체수계를 대상으로 수립하여야 하며, 시행계획 수립을 위한 수질개선하천유역을 본류의 환경목표를 만족할 수 있도록 지류하천에 설정된 목표수질을 초과하는 유역 중에서 기준유량인 저수기 시기에 하천유지유량이 항상 흐르는 제1지류하천 유역을 대상으로 선정하여야 한다. 특히, 수질개선하천유역의 선정에 있어 대상지역이 너무 크게 되면, 세부 소유역의 다양한 특성을 모두 고려하게 되어 오히려

하천수질에 미치는 영향을 분석하기가 어려워지는 결과를 초래하게 된다.¹⁶⁾ 따라서 선택과 집중을 통한 수질개선효과를 극대화하기 위하여 하천 수질·유량모니터링에 근거한 하천그룹화 방법으로 수질개선하천유역을 선정하여야 한다.^{9,10,19,20)} Fig. 4는 금강수계에 위치한 지류하천의 수질·유량모니터링 결과를 바탕으로 목표수질과 유량에 근거하여 수질개선하천유역을 선정하기 위한 하천그룹화 결과의 예를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 Group A에 속한 하천들은 유량이 많고 수질이 높아 수질개선을 위해 우선적으로 선정하여 집중 관리가 필요한 하천들이며, Group D에 속한 하천들 또한 유량은 적지만 수질이 높아 수질개선이 시급한 하천들로 Group A에 비해 적은 비용과 노력으로 단시간 내에 수질개선이 가능한 하천들이다. 이

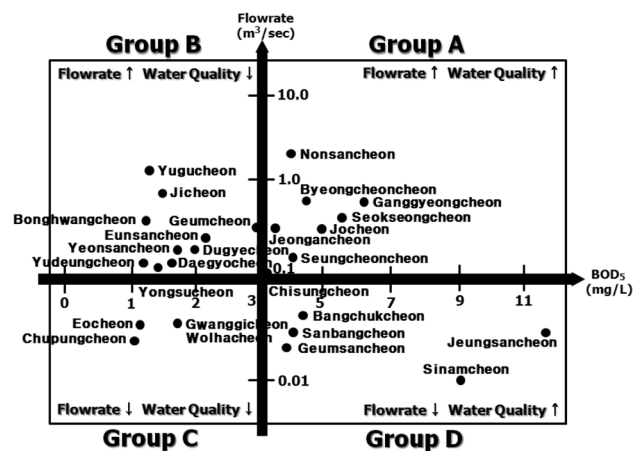


Fig. 4. Example of Stream grouping results according to BOD₅ concentration and flowrate in the Geum River watershed.

두 개의 그룹에 해당하는 하천유역들을 우선적으로 수질개선하천유역으로 선정하여 집중 관리하게 되면, 현행 제도에서와 같이 유역현황과 다르게 수질개선하천유역이 선정되는 경우를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 지류하천과 더불어 본류의 수질을 개선할 수 있는 효율적인 방안인 것으로 판단된다.

2.4. 수질개선방안의 수립 및 이행평가

최종적으로 수질개선을 위한 시행계획의 수립 및 이행평가를 위해서는 앞서 언급한 지류하천의 수질·유량모니터링, 오염총량관리대상 오염물질의 선정 및 목표수질 설정, 수질개선유역의 선정 등 일련의 과정이 선행되어야 하나, 현행 제도에서는 이러한 절차들이 제안한 순서와 맞지 않게 이루어지거나 전혀 이루어지지 않는 경우가 발생하고 있다. 특히, 수질개선방안(삭감계획)을 포함한 시행계획의 수립에 있어 목표수질이 본류에 설정됨으로 인한 수질개선유역 선정의 오류로 수질개선유역의 개선방안도 실제 유역현황과 반대로 수립되는 경우가 발생하고 있다. 즉, 실제로 해당 자치단체 지류하천의 수질이 양호하여 수질개선방안이 필요 없음에도 불구하고 수질개선을 위한 시행계획을 수립하게 되는 경우가 발생하거나, 반대로 지류하천의 수질이 목표수질을 초과하여 수질개선방안의 수립이 필요한 유역임에도 불구하고 오히려 본류의 수질이 양호하여 시행계획을 수립하지 않게 되는 문제가 발생하고 있다. 또한, 이행평가 과정에 있어서도 매년 다양하고 방대한 내용이 포함된 이행평가보고서를 시행계획이 수립된 모든 단위유역을 대상으로 작성하여 제출하도록 하고 있어 많은 재정 및 행정력 낭비를 초래하고 있다.

따라서, 시행계획은 본류의 환경목표를 달성하기 위해 지류하천에 설정된 목표수질을 초과하는 수질개선하천유역만을 대상으로 수립하여야 하며, 내용에 있어서도 현행과 같이 복잡·다양하고 방대한 내용이 포함되도록 하는 것이 아니라 수질개선방안을 주요내용으로 작성하도록 해야 한다.²¹⁾ 특히, 목표수질을 달성하기 위한 가장 효율적인 수질개선방안의 수립과 개선방안의 이행은 전적으로 해당 자치단체에 일임하도록 해야 한다. 시행계획의 이행평가도 수질오염총량관리제의 최종목표가 대상오염물질의 수질목표를 달성하는 것이기 때문에 목표수질의 달성여부에 대한 내용을 주로 평가하여야 한다. 또한, 이행평가 과정 중에 하천 수질·유량모니터링을 지속적으로 수행하여 개선방안 이행에 따른 수질개선 정도를 평가하여야 하며, 모니터링 결과의 피드백을 통하여 수질개선유역의 재설정 및 개선방안의 재수립 등을 순환적으로 수행할 수 있는 절차를 마련하여야 한다.²²⁾ 따라서 매년 시행되는 이행평가는 지류하천을 대상으로 수질·유량모니터링을 통한 목표수질 만족여부만을 평가하는 것으로 간략화하여야 하고, 이행평가보고서는 계획기간이 끝나는 최종년도에 목표수질 초과유역에 대한 원인분석 및 수질개선계획을 주요내용으로 작성하는 것이 재정 및 행정력 낭비요인을 방지할 수 있는 방안인 것으로 판단된다.²³⁾

3. 결론

지류하천의 수질·유량모니터링, 오염총량관리대상 오염물질의 선정 및 목표수질의 설정, 수질개선하천유역의 선정, 수질개선방안의 수립 및 이행평가 순으로 수질오염총량관리제의 시행절차를 개선하기 위한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 수질오염총량관리제를 시행함에 있어 하천의 수질·유량모니터링은 가장 먼저 선행되어야 할 과정으로 대상하천의 규모, 측정시기, 항목 및 주기, 수행기관 등을 포함하는 시스템 구축이 필요하며, 최소한 평수기~갈수기가 포함되도록 10월에서 익년 6월까지 일정횟수 이상을 본류는 국가, 지류하천은 해당 광역자치단체장이 상시적으로 모니터링 하여야 한다.
- 2) 하천의 수질·유량모니터링 결과를 통해 국가차원에서 달성하고자 하는 수질항목별 환경목표를 본류에 설정하고, 환경목표를 기준으로 지류하천 유역별 수질항목 초과여부에 따라 오염총량관리대상 오염물질을 선정하여 저수기 시기에 최소 하천유지유량 이상이 흐르는 지류하천 말단지점을 중심으로 하천의 이수목적, 오염물질의 종류 및 농도, 달성가능 여부 등을 고려하여 목표수질을 설정하여야 한다.
- 3) 본류의 환경목표 및 지류하천의 목표수질을 달성하기 위한 기본계획은 전체수계를 대상으로 수립하고, 수질개선하천유역을 지류하천에 설정된 목표수질을 초과하는 유역의 선택과 집중을 통한 수질개선효과를 극대화하기 위하여 하천 수질·유량모니터링에 근거한 하천그룹화 방법으로 선정하여야 한다.
- 4) 시행계획은 지류하천에 설정된 목표수질을 초과하는 수질개선하천유역을 중심으로 해당 자치단체가 목표수질을 달성하기 위한 가장 효율적인 수질개선방안을 주요내용으로 수립하여야 하며, 이행평가는 지류하천의 수질·유량모니터링을 통한 목표수질 만족여부만을 매년 평가하고 이행평가보고서는 계획기간 최종년도에 목표수질 초과유역에 대한 원인분석 및 수질개선계획을 주요내용으로 작성하도록 하여야 한다.

KSEE

참고문헌

1. 환경부, 수질오염총량관리 업무편람(2004).
2. 환경부, 한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률(1999).
3. 환경부, 금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(2002).
4. 환경부, 낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(2002).
5. 환경부, 영산강·섬진강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(2002).
6. 김영일, 이상진, “수질오염총량관리제 시행의 문제점과 개

- 선방안: 계획 수립시 고려사항,” 대한환경공학회지, **33**(6), 385~389(2011).
7. U.S. Environmental Protection Agency, Draft Guidance for Water Quality-based Decisions: The TMDL Process, 2nd ed., EPA 841-D-99-001(1999).
 8. Richards, R. P., “Improving total maximum daily loads with lessons learned from long-term detailed monitoring,” *J. Environ. Engr.*, **130**(6), 657~663(2004).
 9. 김영일, 김홍수, 정우혁, 이상진, “수질오염총량관리제 시행에 있어 하천 유량·수질모니터링의 중요성,” 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동 추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회·한국물환경학회, 인천, pp. 185~186(2009).
 10. 임봉수, 조병욱, 김영일, 김도영, “유량-수질관계 비교를 통한 하천 수질개선 우선순위 선정기법 적용,” 대한환경공학회지, **32**(8), 802~808(2010).
 11. 환경부, 수질오염총량관리를 위한 목표수질/유량 측정사업 통합운영 지침, 유역총량과-1597호(2011).
 12. 이상진, “수질오염총량관리제 시행에 있어서 중앙정부와 지방자치단체 간 역할정립,” 대한환경공학회지, **33**(5), 378~383(2011).
 13. U.S. Environmental Protection Agency, Elements of a State Water Monitoring and Assessment Program, EPA 841-B-03-003(2003).
 14. 박재홍, 오승영, 박배경, 공동수, 박준대, 류덕희, 정동일, “제2차 오염총량관리기간에 적용 가능한 관리대상물질에 관한 연구,” 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동 추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회·한국물환경학회, 광주, pp. P365~P371(2005).
 15. U.S. Environmental Protection Agency, Handbook for developing watershed TMDLs(2008).
 16. U.S. Environmental Protection Agency, Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters, EPA 841-B-08-002(2008).
 17. 김영일, 김홍수, 정우혁, 이상진, “수질오염총량관리제의 현재와 미래,” 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동 추계학술발표회 논문집, 대한상하수도학회·한국물환경학회, 인천, pp. 187~188(2009).
 18. 김영일, 김홍수, 정우혁, 이상진, “하천의 수질·유량모니터링을 통한 수질오염총량관리 시행계획수립 대상지역 선정방법,” 한국물환경학회·대한상하수도학회 공동 추계학술발표회 논문집, 한국물환경학회·대한상하수도학회, 수원, pp. 213~214(2009).
 19. 이상진, 오염총량관리를 위한 수질오염물질 유달특성에 관한 연구, 대전대학교 박사학위논문(2003).
 20. 조병욱, 충청남도 금강수계 내 수질개선 유역의 우선순위 선정에 관한 연구, 대전대학교 석사학위논문(2010).
 21. 김영일, 이상진, “수질오염총량관리 계획수립의 개선방안에 관한 연구,” 한국물환경학회지, **22**(6), 977~981(2006).
 22. Shabman, L., Reckhow, K., Beck, M. B., Benaman, J., Chapra, S., Freedman, P., Nellor, M., Rudek, J., Schwer, D., Stiles, T. and Stow, C., Adaptive Implementation of Water Quality Improvement Plans: Opportunities and Challenges, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University(2007).
 23. 이기영, 수질오염총량관리제의 합리적 이행평가 방안에 관한 연구, 경기개발연구원(2010).