

충청남도 비점오염물질저감  
시설의 운영실태 및 설치방안  
-유기물(BOD<sub>5</sub>)을 중심으로-

이상진 · 김건하 · 이상득 · 정우혁



# 충청남도 비점오염물질저감시설의 운영실태 및 설치방안 - 유기물(BOD<sub>5</sub>)을 중심으로 -

이상진 · 김건하 · 이상득 · 정우혁



# 발 간 사

경제발전과 소득수준의 향상에 따라 음용수와 생활용수는 물론 여가활동 및 자연경관에 이르기까지 깨끗하고 좋은 물에 대한 인간의 욕구는 지속적으로 증대되고 있다. 우리나라의 경우 이와 같이 물에 대한 국민적 요구 수준으로 수량적 부족보다는 수질오염으로 인한 질적 저하를 초래하여 좋은 물이 부족한 경우가 발생하기도 한다.

공공수역의 수질개선을 위해서는 무엇보다도 단위 재화 투여당 개선효과가 큰 분야에 정책과 예산이 집중되어야 한다. 최근 정부중심의 비점오염원 관리정책은 그간 점오염원 중심의 물환경정책에 만족하지 않고 수질오염총량관리제 시행시기에 맞추어 보다 더 강화된 정책을 추진하기 위하여, 전국의 주요지점에 시범사업으로 유기물 중심의 비점오염물질 저감시설을 설치하는 단계에 이르렀다. 이러한 시기에 비점오염물질 저감시설의 운영관리 실태를 조사·분석하고 문제점을 도출하여 합리적인 설치방안을 마련하고, 비점오염원관리를 우선하는 정책과 국가예산의 집중적인 투자로, 상대적으로 많은 양을 차지하는 점오염원관리의 기술개발과 오염물질 저감정책에 대하여 소홀히 할 수 있음을 경계한 연구는 시기적으로나 내용적으로 매우 돋보이는 결과이다.

본 연구과정을 통하여 밝혀진 내용은 충청남도 유역특성에 적합한 비점오염원관리 및 추진체계 개선에 기여하고, 비점오염원관리지역의 지정여부에 많은 도움을 줄 수 있으리라 판단한다. 또한, 비점오염원 관리와 관련된 법률정비 등에 활용할 수 있음은 물론, 예산절감 및 예산운용체계의 효율화를 도모할 수 있고, 더 나아가 비점유기물의 배출부하량 산정방법을 개선하는 전환점이 될 수 있으리라 기대한다.

끝으로 본 연구를 진행하는 과정에서 많은 자문과 협조를 아끼지 않은 관계 전문가에게 깊은 감사의 뜻을 표한다. 무엇보다도 여러 가지 어려운 여건에서도 충청남도 비점오염저감시설의 설치 및 운영관리 실태를 분석하고 관리방안에 관한 연구에 최선을 다한 이상진 박사와 함께 연구한 연구진의 노고에 고마움을 전한다. 모쪼록 충청남도과 우리나라의 물환경관리 정책에 많은 도움이 있기를 희망하며, 후속연구에도 유익한 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

2008년 12월 31일

충남발전연구원장 김 용 웅





# 연구요약

## 1. 연구 배경 및 목적

현행 우리나라의 하천관리에 있어서 유기물 중심의 비점오염물질 관리정책은 하천 및 호소의 유역특성을 충분하게 고려하지 않고 과다하게 산출한 비점오염물질 배출량의 결과에 따라 설치한 저감시설은 무용지물이 되거나 저감효과가 매우 미흡할 수 있다. 뿐만 아니라 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에 의한 신고대상 미만이라 하더라도 개별비점저감시설 설치 의무를 부여하고 있으며, 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체에서는 지역개발부하량을 확보하기 위한 수단으로 공공비점오염물질 저감시설 설치를 계획하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 충청남도지역의 강우여건에 따른 비점오염원관리지역 지정의 필요성에 대한 유역별 진단과 함께 비점오염물질 저감시설의 운영관리 실태를 조사·분석하고 문제점을 도출하여 합리적인 저감시설의 설치방안을 마련하고자 하였다. 또한, 지표수량의 증감에 따른 배출유역의 하천수질농도와 관련성을 분석하여, 유역특성을 고려한 비점오염원관리체계를 재정립하고자 하였다.

## 2. 연구방법 및 기대효과

본 연구의 주요 내용은 우리나라의 비점오염물질 관리체계와 주요 국가별 저감시설 설치 및 관리 동향을 살펴보고, 충청남도의 비점오염물질 발생특성, 비점오염물질 배출과 방류수역의 상관성을 해당수역의 수질과 함께 분석하였다. 또한, 충청남도 지역에 공공으로 설치한 비점오염물질 저감시설의 설치현황, 운영관리 실태, 설치 및 운영관리 문제 사례 등을 조사하고, 비점오염물질 배출유역 특성에 따른 저감기술을 제시하였다. 이러한 조사 및 분석결과를 토대로 비점오염물질 저감시설의 설치 및 관리방안을 마련하고, 향후 저감시설 설치에 대한 제도 개선 방안을 기술하였다.

비점오염물질 저감시설의 설치 및 관리방안 마련을 위하여 자료조사, 현지조사를 실시하였으며, 연구 내용의 신뢰향상을 위하여 연구과정별 연구심의회 및 Workshop 등을 개최하였다. 또한, 우리나라 및 주요국가의 비점오염물질 저감정책을 살펴보기 위하여 정부 등에서 출간된 통계, 물 환경 관련문헌, 비점오염물질 관리와 관련된 법률 및 지침, 그리고 Internet Web Site를 통하여 각종 자료를 조사하였다.

본 연구과정을 통하여 밝혀진 내용은 충청남도 유역특성에 적합한 비점오염원관리 및 추진체계를 재정립하고, 비점오염원관리지역의 지정여부에 도움을 줄 수 있으리라 기대한다. 또한, 비점오염원 관리와 관련된 법률정비 등에 활용할 수 있음은 물론, 예산절감 및 예산운용체계의 효율화를 도모할 수 있고, 더 나아가 비점유기물의 배출부하량 산정방법을 개선하는 전환점이 될 수 있으리라 기대한다.

### 3. 결론 및 정책 제언

충청남도 비점오염관리의 정책방향을 재정립하기 위하여 비점오염물질 발생특성, 해당수역의 수질분석, 비점오염저감시설의 운영관리 실태 등을 조사하였다. 연구결과 충청남도의 토지단위면적당 유기물발생량은 대지로 전환된 율이 높은 읍 이상의 지역이 많이 발생하며, 대부분 하천유역에서 풍수기보다 저수기·갈수기에 하천의 유기물 농도가 높아지기 때문에 비점오염물질로 인하여 하천의 유기물농도가 높아진다고 판단하기가 매우 어렵다.

충청남도에 설치한 공공비점오염저감시설은 6개시설로 이중 강우량이 없는 시기는 처리대수량이 없어 2개 시설은 운영중지 상태이고, 2개의 저감시설은 점오염원인 가축분뇨를 처리하고 있었으며, 대청호유역의 오염하천을 대상으로 설치한 2개소는 시설철거 공사 중에 있다. 일반적으로 농·어촌 지역에서 비점유기물에 의한 문제보다는 생활하수와 가축분뇨 등 점유기물 관리의 부실로 하천과 호소 등이 오염되는 경우가 있다. 이러한 농·어촌지역에서는 비점유기물과 점유기물을 병행처리 할 수 있는 시설이 타당하며, 저감시설은 자연상태에 가까운 정화형 습지가 바람직하다고 판단한다.

비점오염물질 관리는 저감시설의 설치에 앞서 발생원 자체관리가 가장 효율적이고 이를 위해서는 환경부서 뿐만 아니라 도시, 건설, 산업, 농림 등 관련 부서에서의 적극적인 참여가 필요하다. 공공수역에 이르는 비점유기물 양을 실측에 의하지 않고, 실제적으로 배출량이 없는

날까지 포함하여 배출된다는 가정으로 저감시설을 설치하는 경우, 강우량이 없는 대부분의 기간 동안에 저감시설은 무용지물이 될 수밖에 없고, 강우로 인하여 비점유기물의 배출 일에는 하천유량이 많아져 수질농도가 낮아지지만 설치한 저감시설을 운영해야하는 등의 모순으로 예산낭비는 물론 수질개선을 기대할 수 없게 된다.

비점오염물질은 점오염물질과 달리 지역별 발생 및 배출특성이 크게 달라지므로 최적관리 방안을 마련하기 위해서는 토지이용에 따른 비점오염의 특성을 파악할 필요가 있고, 수질오염 물질 관리대상 항목별 수질기준과 저감목표, 시기 등을 분명하게 설정하여 유역조건에 합당한 관리방안을 마련하여야 한다. 이와 같은 이유 등으로 비점오염원관리지역으로 지정하지 않은 지역에서 법률적인 기준에 의한 개별비점저감시설 설치의무 대상규모 미만이지만 조건부로 저감시설 설치를 권고하는 것은 바람직하지 않다. 또한, 금강수계의 경우 유역의 현실적인 특성을 고려하지 않고 수질오염총량관리제에 따라 지역개발부하량을 확보하기 위한 수단으로 비점오염물질 저감시설을 설치하는 사례는 신중히 고려되어야 한다.



# 차 례

제1장 연구의 개요 .....	1
제1절 연구 배경 및 목적 .....	1
1. 연구 배경 .....	1
2. 연구 목적 .....	2
제2절 연구 범위와 방법 .....	5
1. 연구 범위 .....	5
2. 연구 방법 .....	6
3. 선행연구와 차별성 .....	9
4. 용어 정의 .....	10
제2장 비점오염의 이론 및 국·내외 관리 동향 .....	12
제1절 비점오염의 이론고찰 .....	12
1. 비점오염물질 발생 및 배출특성 .....	12
2. 비점오염물질 저감기술 .....	16
제2절 국·내외 비점오염물질 관리 동향 .....	21
1. 우리나라 현황 및 법률체계 .....	21
2. 외국의 비점오염물질관리 체계 .....	34
제3장 충청남도 비점오염물질 발생특성 및 저감시설 운영실태 .....	38
제1절 비점오염물질 발생특성 .....	38
1. 비점오염물질 발생량산정 및 배출시기 .....	38
2. 비점오염물질 배출과 방류수역의 상관성 .....	42
제2절 비점오염저감시설의 운영실태 .....	47

1. 조사 대상 및 시기 .....	47
2. 설치 및 운영관리실태 .....	49
<b>제4장 비점오염물질 저감시설의 설치방안 .....</b>	<b>74</b>
<b>제1절 비점오염물질 관리개념의 재정립 .....</b>	<b>74</b>
1. 비점오염물질 배출량 산출방안 .....	74
2. 비점오염원 관리의 개선방안 .....	77
<b>제2절 저감시설의 설치방안 .....</b>	<b>81</b>
1. 시설설치의 기본방향 .....	81
2. 공공저감시설의 설치 .....	82
3. 개별저감시설의 설치 .....	83
<b>제5장 결론 및 제언 .....</b>	<b>85</b>
1. 요약 및 결론 .....	85
2. 정책제언 .....	87
3. 연구의 한계 .....	89
<b>참고문헌 .....</b>	<b>90</b>
부록 1. 비점오염저감시설의 설치기준 .....	91
부록 2. 비점오염저감시설의 관리·운영기준 .....	94

## 표 차 례

<표 1-1> 연구내용과 방법 .....	8
<표 2-1> 점오염원과 비점오염원의 특성 비교 .....	13
<표 2-2> 지역별 비점오염원 및 주요 오염물질 .....	15
<표 2-3> 비점오염물질 유출저감 방안 .....	16
<표 2-4> 비점오염물질시설의 장·단점 비교 .....	19
<표 2-5> 4대강 비점오염원 관리종합대책 주요내용 .....	26
<표 2-6> 우리나라 비점오염원관리지역 지정현황 .....	30
<표 2-7> 한강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황 .....	31
<표 2-8> 낙동강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황 .....	32
<표 2-9> 금강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황 .....	33
<표 2-10> 영산강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황 .....	33
<표 2-11> 비점오염저감시설 지자체 설치현황 .....	34
<표 3-1> 지목별 연평균 발생부하원단위 .....	38
<표 3-2> 충청남도 시·군별 비점오염물질 발생부하량 .....	39
<표 3-3> 측정지점별 수질농도 분석 결과 .....	43
<표 3-4> 조사대상 비점오염물질 저감시설 현황 .....	47
<표 3-5> 공주 우성 상서리 비점오염물질 저감시설의 개요 .....	50
<표 3-6> 공주 탄천 남산리 비점오염물질 저감시설의 개요 .....	54
<표 3-7> 논산 연무 양지리 비점오염물질 저감시설의 개요 .....	58
<표 3-8> 서천 장항 원수리 비점오염물질 저감시설의 개요 .....	61
<표 3-9> 금산 추부 추풍천 비점오염저감시설의 개요 .....	64
<표 3-10> 금산 군북면 기사천 비점오염저감시설의 개요 .....	67



## 그림차례

[그림 1-1] 연구의 흐름과 수행체계 .....	9
[그림 2-1] 자연형 비점오염물질 저감시설 .....	18
[그림 2-2] 인공형 비점오염물질 저감시설 .....	19
[그림 2-3] 비점오염원 설치신고대상 및 관리지역 지정 .....	27
[그림 2-4] 비점오염원 설치신고절차 .....	28
[그림 2-5] 비점오염원 관리지역 지정절차 .....	29
[그림 2-6] 주요국가의 비점오염원관리 .....	37
[그림 3-1] 시·군별 BOD <sub>5</sub> 발생부하량 .....	40
[그림 3-2] 시·군별 BOD <sub>5</sub> 발생부하량 밀도 .....	41
[그림 3-3] 충남지역 비교지점 수질측정망 위치도 .....	43
[그림 3-4] 하천유량과 유기물(BOD <sub>5</sub> )농도의 관계도 .....	45
[그림 3-5] 강우시 비점오염물질 배출특성 .....	46
[그림 3-6] 조사대상 비점오염물질 저감시설 위치도 .....	48
[그림 3-7] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진1 .....	51
[그림 3-8] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진2 .....	52
[그림 3-9] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진3 .....	53
[그림 3-10] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진1 .....	55
[그림 3-11] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진2 .....	56
[그림 3-12] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진3 .....	56
[그림 3-13] 연무 양돈단지 전경 및 방류하천 .....	57
[그림 3-14] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진1 .....	59
[그림 3-15] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진2 .....	60
[그림 3-16] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진1 .....	62
[그림 3-17] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진2 .....	63

[그림 3-18] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진1 .....	65
[그림 3-19] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진2 .....	66
[그림 3-20] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진1 .....	68
[그림 3-21] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진2 .....	69
[그림 3-22] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진4 .....	70
[그림 3-23] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진4 .....	70
[그림 3-24] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진3 .....	71
[그림 3-25] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진3 .....	71
[그림 3-26] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진3 .....	72
[그림 3-27] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진3 .....	73
[그림 4-1] 비점오염물질 배출비율 전망 .....	75
[그림 4-2] 자연형 습지형태 사진 .....	82



# 제1장 연구의 개요

## 제1절 연구 배경 및 목적

### 1. 연구 배경

물이 없는 곳은 생명체가 존재할 수 없다. 지구상의 대기, 지표, 지하에는 많은 물이 있고 그 총량은 변하지 않지만 기후와 온도 조건에 따라 수증기, 물, 얼음 등으로 존재형태와 분포를 달리한다. 인간이 생·공·농업용수 등으로 직접이용하기 어려운 빙하, 바닷물과 지하수 등을 제외하면 일부지역은 지표수가 인간의 활동에 제약요인으로 작용하기도 한다. 뿐만 아니라 지표에 물이 풍부한 지역이라 하더라도 갈수기에는 수량적으로 부족함과 함께 수질오염으로 인한 질적 저하를 초래하여 쓸 수 있는 물이 부족한 상태에 이르는 경우가 발생하기도 한다.

자연 현상적으로는 강우량이 없는 시기보다 강우량을 동반하는 시기에 수질농도가 낮아질 뿐만 아니라 수량적으로 풍부해져 쓸 수 있는 물이 많아진다. 강우량이 많은 시기는 빗물의 영향으로 지표면에 쌓여 있던 비점오염물질의 유출로 배출총량은 증가하지만 동시에 지표수량이 더 큰 폭으로 함께 증가하기 때문에 거의 모든 지역에서 유기물을 포함한 수질오염물질의 농도가 낮아져 수질이 개선된다. 하천 및 호소 등의 지표수량은 대부분 강수량에 의하여 결정되고, 오염의 정도를 판단하는 수질농도는 강우유출량과 매우 밀접하다고 볼 수 있다. 즉, 강우량이 많은 풍수량 이상의 시기는 비점오염물질 배출량이 증가하지만 동시에 수량도 함께 많아져 유기물 농도가 낮아짐에 따라 쓸 수 있는 물이 풍부해진다. 그렇지만 강우량이 없거나 적은 시기는 수량적으로 어려움에 직면할 뿐만 아니라 수질농도가 높아져 쓸 수 있는 물은 더욱 부족하게 된다. 따라서 우리나라의 기후조건에서 재난·재해 등의 치수정책은 홍수량을 기준유량으로 설정하고, 수질정책과 이수정책은 갈수량을 기준유량으로 설정하여 정책을 수립·집행함이 타당하다.

이러한 자연 현상적인 여건에도 불구하고, 현행 우리나라의 하천관리에 있어서 유기물 중심

의 비점오염물질 관리정책은 궁극적인 목표인 하천의 수질상태와 단위면적당 배출량, 강우여건 등 유역특성을 충분하게 고려하지 않고 있다. 단지 비점유기물 배출총량이 많다는 점에 초점을 맞추어 유기물 배출량을 관리하려는 단편적인 정책 때문에 그 만큼의 비점오염원에서 배출하는 유기물량을 저감하기 위한 시설을 설치하여 운영해야한다는 결론에 도달 할 수밖에 없다. 하천 및 호소의 유역특성을 고려하지 않고 과다하게 산출한 결과로 부터 설치한 비점유기물 저감시설은 무용지물이 되거나 공공수역의 입장에서 보면 저감시설의 설치 효과가 매우 미흡하여 예산낭비를 초래하게 된다. 그럼에도 불구하고 무분별하게 공공비점저감시설을 설치하거나, 법률적인 기준에 의한 개별비점저감시설 설치의무 대상규모 미만이지만 환경영향평가와 사전환경성 검토시 조건부로 대부분 설치를 권고하고 있다. 특히, 4대강 수계를 중심으로 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체에서는 지역개발부하량을 확보하기 위한 수단으로 공공비점오염물질 저감시설을 무분별하게 설치를 계획하거나 개별비점저감시설 설치의무를 부여하고 있는 실정이다.

## 2. 연구 목적

물속에서 유기물(BOD, COD, TOC 등)을 호기성미생물이 분해할 때 최종산물은 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )와 물( $\text{H}_2\text{O}$ )이며, 혐기성미생물에 의해 분해할 때는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )와 메탄( $\text{CH}_4$ )이다. 용존산소(DO, dissolved oxygen)가 풍부한 물에 유기물이 유입될 경우 호기성미생물에 의해 용존산소를 소비하면서  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 로 분해시킨다. 그러나 과다한 유기물이 유입되는 경우 초기에는 호기성분해단계로 DO를 소비하면서 유기물을 분해하지만, 대기 중의 산소( $\text{O}_2$ )가 물속에 녹아들어 오는 속도보다 유기물 분해시 DO소비 속도가 빠르게 되면 물속에 DO가 부족하게 되고, 결국 혐기성미생물이 관여하여 유기물을 분해하게 된다. 혐기성 분해상태가 지속되면 악취발생은 물론, 어류 등 수생동물의 서식환경을 저해할 뿐만 아니라 식물종의 변화를 초래하게 된다.

이처럼 지표수관리에 있어서 유기물은 수질오염의 지표로써 매우 중요하게 다루어지고 있으며, 유기물 관리의 일차적인 목적은 사람이 활용 가능한 수질농도로 개선·유지하려 하고,

이차적으로는 생태적으로 적합한 수질농도를 유지하는데 있다. 유기물의 배출원으로 크게 점오염원과 비점오염으로 대별되는데, 점오염원에서 배출되는 유기물은 배출유량과 측정된 유기물 농도의 곱( $\times$ )으로 명확히 산정할 수 있는 반면, 비점오염원에서 배출하는 유기물 양은 불특정지역에서 일정 이상 강우시(약 5mm/일)에 유출되고, 시간대별 유출량과 유기물 농도의 변화가 커서 광범위한 지역에 대한 실제적인 측정이 불가하여 배출량의 정량화가 매우 어렵다. 이러한 이유로 비점오염물질의 배출량은 대부분의 경우 국립환경과학원에서 제시하고 있는 토지지목별 단위면적당 발생원단위를 적용하여 강우량에 따라 추정하여 산출한다.

비점오염원에서 배출하는 유기물 배출량을 특정방법에 따라 과다하게 추정하여 산출하는 경우에는 여러 가지 문제를 유발할 수 있다. 지표수량에 따른 허용 가능한 유기물 양을 고려하지 않고, 공공수역에 비점오염물질이 과다하게 유입된다는 가정 하에 비점오염물질 저감정책에 치중해야 한다는 여론으로 자칫 중앙정부의 입장에서 점오염관리보다 비점오염원관리를 우선하는 정책과 국가와 지방정부의 예산의 집중적인 투자로 생활하수, 가축분뇨, 산업폐수 등 점오염원에 대한 집중적인 기술개발과 시설설치 및 시설개선에 소홀히 할 수 있음을 경계해야 한다.

우리나라를 포함한 충청남도 입장에서 보면 대부분의 지표수 오염은 저수기와 갈수기(11월~익년 5월)등 수량이 적어지는 시기에 심화되고, 이러한 시기는 강우량이 거의 없는 시기로써 비점오염물질 배출시기와 상관성이 매우 낮다. 즉, 지표수의 오염으로 쓸 수 있는 물이 부족하거나 수중 생태계를 위협하는 시기는 대부분 저수량( $Q_{275}$ )이하 시기로 이시기의 수질오염원인은 유지유량이 부족한 상태에서 대부분 점오염원에 해당하는 생활하수와 가축분뇨의 유입에서 기인된다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 자연적 현상에 기초한 충남지역의 강우에 따른 비점오염원관리지역 지정의 필요성에 대한 유역별 진단과 함께 비점오염물질 저감시설의 운영관리 실태를 조사·분석하고 문제점을 도출하여 합리적인 저감시설설치방안을 마련하고자 하였다. 이를 위하여 충청남도 지역에서 최근 5년간 환경부 수질측정망 운영결과로부터 지표수량의 증감에 따른 배출유역의 하천수질농도와 관련성을 분석하고, 유기물 중심의 비점오염물질 저감시설 운영관리

현황을 조사·분석하여 유역특성을 고려한 비점오염원관리체계를 재정립 하고자 하였다.

본 연구과정을 통하여 밝혀진 내용은 충청남도 유역특성에 적합한 비점오염원관리 및 추진 체계를 재정립하고, 비점오염원관리지역의 지정여부에 도움을 줄 수 있으리라 기대한다. 또한, 비점오염원 관리와 관련된 법률정비 등에 활용할 수 있음은 물론, 예산절감 및 예산운용체계의 효율화를 도모할 수 있으리라 판단하며, 더 나아가 현행 4대강 수계의 수질오염총량관리제 시행에 있어서 비점유기물의 배출부하량 산정방법을 개선하는 전환점이 될 수 있으리라 기대한다.

## 제2절 연구 범위와 방법

### 1. 연구 범위

#### 가. 시·공간적 범위

충청남도 지역을 대상으로 공식 통계여건을 고려하여 2008년 말 기준의 토지지목 현황으로 비점오염물질의 발생량을 산정하였다. 비점유기물의 배출과 방류하천의 수질특성을 파악하기 위하여 충청남도지역의 최근 5년간(2004.03~2009.04) 하천수질측정망 운영결과를 연구범위로 설정하였다. 또한, 2009년 1월 기준으로 충청남도 지역에 공공시설로써 설치·운영 중인 자연형 및 장치형 비점오염물질 저감시설을 연구대상 시설로 설정하였다.

#### 나. 내용적 범위

연구 내용은 비점오염원의 특성, 법률적 절차, 국내·외 비점오염원관리체계, 비점오염물질 저감방법 등을 살펴보았다. 충청남도 지역의 비점오염물질의 발생현황을 추정하고, 배출유역별 하천수질과의 관련성을 분석하였다. 또한, 충청남도지역에 시범사업으로 설치한 비점오염물질 저감시설을 조사·분석하고, 분석결과를 토대로 비점오염원의 효율적인 관리방안을 제시하였다.

본 연구에서 다루어진 주요 내용은 다음과 같다.

- ㉠ 국·내외 비점오염물질 관리 동향으로 우리나라의 비점오염물질 관리체계와 주요 국가별 저감시설 설치 및 관리 동향을 살펴보았다.
- ㉡ 충청남도의 비점오염물질 발생특성, 비점오염물질 배출과 방류수역의 상관성을 해당수역의 수질과 함께 분석하였다.
- ㉢ 충청남도 지역에 공공으로 설치한 비점오염물질 저감시설의 설치현황, 운영관리실태, 설치 및 운영관리 문제 사례 등에 대하여 조사 분석하였다.
- ㉣ 비점오염물질 배출유역 특성에 따른 저감기술을 제시하였다.
- ㉤ 비점오염물질 저감시설의 설치 및 관리방안을 제시하고, 향후 저감시설 설치에 대한 제도개선 방안을 기술하였다.



- ① 연구의 특징과 한계를 기술하고, 비점오염원 관리와 관련한 정책제언, 향후 다루어야 할 추가적인 과제 등을 제시하였다.

## 2. 연구 방법

비점오염물질 저감시설의 설치 및 관리방안 마련을 위하여 자료조사, 현지조사 등을 실시하였으며, 연구 내용의 신뢰향상을 위하여 연구과정별 연구심의회 및 Workshop 등을 개최하였다.

우리나라 및 주요국가의 비점오염물질 저감정책을 살펴보기 위하여 정부 등에서 출간된 통계, 물 환경 관련문헌, 비점오염물질 관리와 관련된 법률 및 지침, 그리고 Internet Web Site를 통하여 각종 자료를 조사하였다. 또한, 2009년 1월 기준으로 환경부가 예산을 지원하여 환경관리공단이 시범사업으로 설치하여 운영 중이거나 설계를 완료한 공공비점오염원저감시설의 현황을 조사하였다. 이러한 조사·분석결과와 비점오염원의 문헌 및 연구자료, 그리고 국·내외 물 환경 관리시책 사례분석을 병행하여 효율적인 비점오염물질 저감시설의 설치방안을 제시하였다.

### 가. 자료조사

- 우리나라 및 해외 주요국가의 비점오염물질 관리체계 조사
- 비점오염물질의 저감체계, 저감공법, 법률·제도적인 설치절차 및 관리기준
- 정부 및 충청남도가 출간한 통계, 물 환경 관련문헌, 법률과 지침
- 충청남도 주요하천의 수질현황(환경부 수질측정망)
- 충청남도 금강수계 주요 지류하천 유량 및 수질 모니터링(수질오염총량관리제 관련)

### 나. 현지조사

- 비점오염물질 저감시설의 설치 및 운영현황
- 운영과정의 문제 사례조사(7월 및 10월)

다. 저감시설 설치방안

- 유역의 비점유기물의 발생특성과 하천수질의 상관성을 통계적으로 분석
  - 비점오염원관리지역 지정 토대 마련
- 비점오염물질 저감시설 실태조사 결과를 토대로 특성별 설치방안 마련
- 기타 연구내용과 관련된 문헌·자료의 검토
- 효율적인 시설의 설치 및 관리방안 제시

라. 연구자문회의 개최

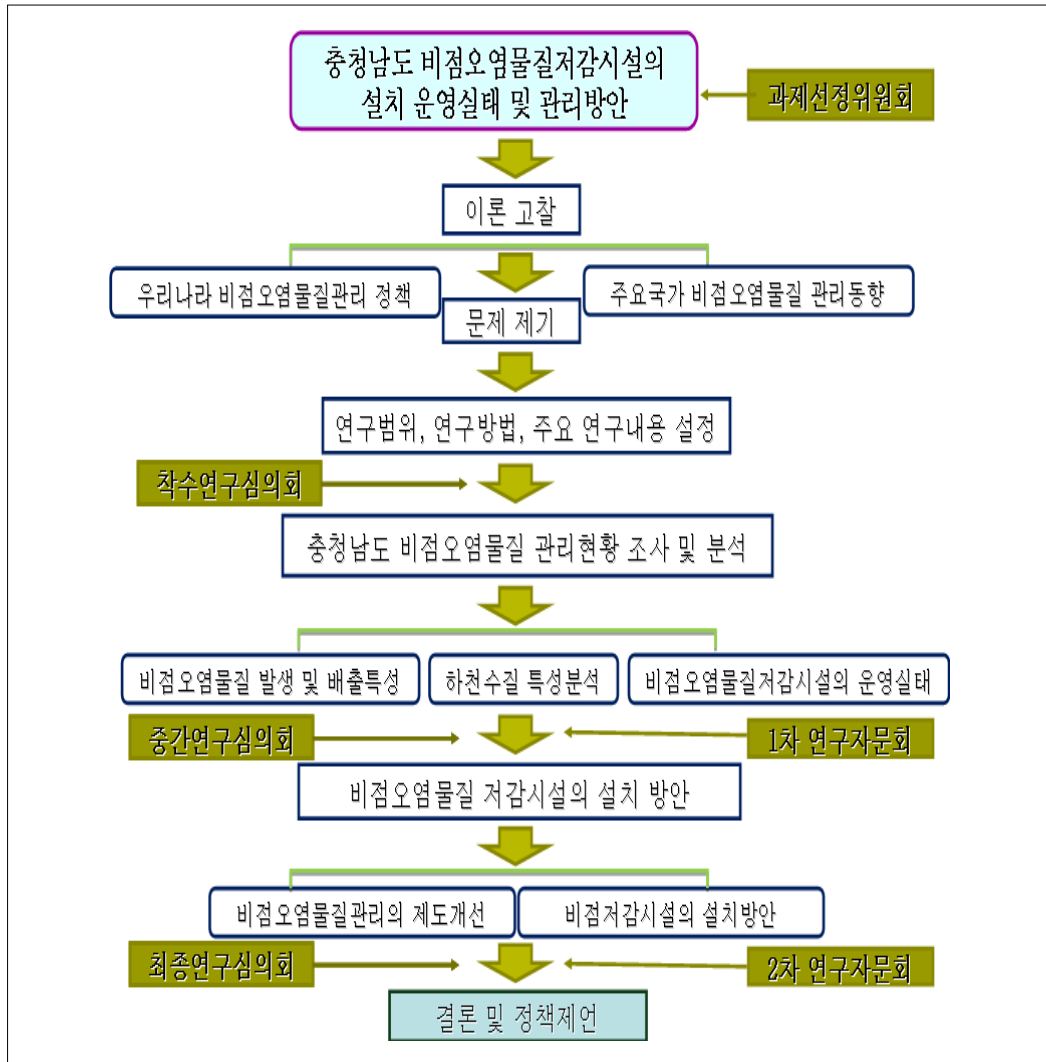
- 시 기 : 2009년 6월 및 10월
- 참석대상 : 전문가, 담당공무원, 연구자 등
- 토론 및 자문내용을 토대로 연구내용 보완·수정

마. 연구심의회 개최

- 시 기 : 2009년 2월, 4월, 7월, 11월
  - ※ 2월(과제선정위원회), 4월(착수연구심의회), 7월(중간연구심의회), 11월(최종연구심의회)
- 참석대상 : 기본과제 심의위원(전문가), 연구진, 담당공무원 등
- 토론 및 심의의견 내용을 토대로 연구내용 보완·수정

〈표 1-1〉 연구내용과 방법

구분	내용	주요 내용	연구 방법
제1장	문제제기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 연구 배경 및 목적</li> <li>• 연구 범위와 방법</li> <li>• 연구의 흐름, 기대효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문헌 조사</li> <li>• 연구 협의</li> </ul>
↓			
제2장	관련이론 및 선행사례 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이론적 고찰</li> <li>• 우리나라 현황                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비점오염물질 관리체계</li> </ul> </li> <li>• 해외사례                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 국가별 관리체계</li> </ul> </li> <li>• 선행 연구사례</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문헌 조사</li> <li>• 법률체계 검토</li> <li>• 연구 협의</li> <li>• 협동 연구 (해외사례, 선행 연구 사례)</li> </ul>
↓			
제3장	충청남도 비점오염물질 저감시설의 설치 및 운영현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비점오염물질 관리현황                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비점오염물질 발생특성</li> <li>- 비점오염물질 배출과 방류수역의 상관성</li> </ul> </li> <li>• 비점오염물질 저감시설의 운영실태                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 및 운영관리실태</li> <li>- 저감시설 설치 및 운영관리문제 사례</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자료 조사</li> <li>• 현지사례 조사</li> <li>• 협동 연구</li> <li>• 자문 회의</li> </ul>
↓			
제4장	비점오염물질 저감시설의 설치방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저감시설 설치의 제도개선                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비점오염물질 배출량 산출방안</li> <li>- 비점오염원 관리방식의 개선</li> </ul> </li> <li>• 저감시설의 설치방안                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설설치의 기본방향</li> <li>- 공공저감시설 설치</li> <li>- 개별저감시설 설치</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자료 조사</li> <li>• 현지사례 조사</li> <li>• 협동 연구</li> <li>• 자문 회의</li> </ul>
↓			
제5장	결론	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 요약 및 결론</li> <li>• 연구의 특징과 한계</li> <li>• 정책제언 및 향후과제</li> </ul>	



[그림 1-1] 연구의 흐름과 수행체계

### 3. 선행연구와 차별성

비점오염원관리와 관련한 국내 연구는 주로 외국의 비점오염원관리 또는 유역관리를 참고하여 최적관리기법(BMP) 또는 비점오염원저감시설에 대한 검토내용으로서 비점오염저감시설에 설치 및 운영과정에서 문제점을 지적하고 합리적인 관리방안의 필요성을 제시하기보다

는 비점오염물질량이 과다하므로 공공수역의 수질을 개선하기 위하여 저감시설의 확충방안에 대하여 강조하고 있는 연구가 대부분 이다. 그러나 우리나라 대부분의 유역은 외국보다 유역 면적인 작고 경사가 급하여 강우시 유출 수는 신속히 빠져나가는 등 체류시간이 매우 짧은 유출특성을 가지고 있다. 이와 같이 비점오염물질이 공공수역의 수질에 미치는 영향정도가 외국의 경우와 상당히 차이가 있어 이에 대한 평가가 고려되어야 함에도 불구하고, 현재까지 유역여건을 함께 고려한 연구는 거의 전무한 편이다.

반면, 본 연구는 기존의 획일적이고 산출된 배출량 중심적인 비점오염원 관리체계를 지양하고, 실행가능하고 현실적인 유역여건에 합당한 비점오염관리 대응방안을 탐색하고자 하였다. 비점오염관리의 궁극적인 목적이라 할 수 있는 강우시 비점오염물질 유출로 인하여 하천에 영향을 미치는 지역을 우선적으로 분석하고, 분석결과를 토대로 유역별 비점오염물질 관리체계를 제시하였다. 또한, 대상지역별 합리적인 비점오염원 관리방안을 제시하고, 더 나아가 충남지역의 유역특성에 적합한 비점오염물질 저감시설의 설치방안을 제시하였다.

#### 4. 용어 정의

본 연구에서는 독자의 이해를 돕기 위하여 환경관련 법률 등에서 사용되고 있는 용어를 기초로 다음과 같이 정의하여 기술하고자 한다.

- ‘공공수역’이라 함은 공공을 위해 사용하는 수역을 말하며, 하천·호소·항만·연안해역과 이에 접속하여 공공용에 사용되는 지하수로, 농업용수로, 하수관거, 운하 등을 말한다.
- ‘생활하수(오수)’라 함은 농작물의 경작으로 인한 것을 제외하고, 사람의 생활이나 경제 활동으로 인하여 액체성 또는 고체성의 물질이 섞이어 오염된 물을 말한다.
- ‘점오염원’이라 함은 폐수배출시설, 하수발생시설, 축사 등으로서 관거·수로 등을 통하여 일정한 지점으로 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말한다.
- ‘비점오염원’이라 함은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정 장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 지역을 말한다.

- ‘발생부하량’이라 함은 오염물질이 분해 및 처리되기 전 상태의 오염물질 양을 말한다.
- ‘배출부하량’이라 함은 발생부하량이 분해 및 처리과정을 거쳐 삭감된 후 또는 처리과정을 거치지 아니하고 공공수역으로 배출되는 오염물질의 양을 말한다.
- ‘공공비점오염물질저감시설’ 이라 함은 중앙정부 또는 지방자치단체의 장이 공공수역으로 유입하는 비점오염물질의 양을 저감하기 위하여 설치하는 시설을 말한다.
- ‘개별사업장비점오염저감시설’ 이라 함은 공공비점오염물질저감시설 이외의 시설로서 사업장별 비점오염물질 배출 자가 단독으로 설치하는 시설을 말한다.
- ‘수질오염총량관리제’는 단위유역 수계구간별로 목표수질을 설정하고, 기준유량이상의 모든 유황조건에서 그 목표수질을 달성·유지하기 위한 일일허용배출부하량을 산정하여 해당 총량관리단위유역에서 배출되는 오염물질의 총량이 허용배출부하량 이하가 되도록 관리하는 제도이다.
- ‘저수량( $Q_{275}$ )’란 연간 하천에 흐르는 유량(流量, Discharge; quantity of flow)을 내림차순으로 배열했을 때, 275번째 일에 해당하는 유량을 말한다. 그 외 풍수량( $Q_{95}$ ), 평수량( $Q_{185}$ ), 갈수량( $Q_{355}$ ) 등으로 분류한다.

## 제2장 비점오염의 이론 및 국·내외 관리 동향

### 제1절 비점오염의 이론고찰

#### 1. 비점오염물질 발생 및 배출특성

##### 가. 비점오염원 및 비점오염물질 개념

수질오염을 일으키는 원인물질을 점오염물질과 비점오염물질로 대별할 수 있는데, 일정한 지점에서 연중 고정적으로 배출하는 오염물질을 점오염물질이라 한다. 반면, 도시의 노면이나 농경지 등 불특정하게 배출되는 장소 또는 지역을 비점오염원(非點汚染源, nonpoint pollution source)이라 하고, 이러한 곳에 쌓여 있던 오염물질이 빗물과 함께 공공수역으로 유출하게 되는데 이를 비점오염물질이라 한다.

##### 나. 비점오염물질의 발생 및 배출

비점오염물질은 대부분 강우 유출수 형태로 수계로 배출되며, 강우가 동반하지 않는 한 공공수역에 유출할 가능성은 매우 희박하다. 즉, 농경지에 살포한 비료, 농약, 가축분뇨와 도시지역의 먼지, 쓰레기, 교통오염물질 및 자연 동·식물의 배설물, 토양 침식물, 지표면에 떨어진 대기오염물질 등이 비가 올 때 빗물과 함께 유출된다. 비점오염물질은 일정량 이상의 강우시 유출되기 때문에 예측이 매우 어렵고, 일간·계절간 배출량의 차이가 클 뿐만 아니라 동일지역에서도 시간대별 차이가 매우 커서 배출량의 정량화가 어려우며, 인위적 조절이 어려운 지질·지형 조건 등에 많은 영향을 받는다. 또한, 비점오염물질은 배출 경로가 넓고 명확하게 구분되지 않아 모으기가 어렵고 배출량은 일정이상 강우강도 및 강우지속 시간 등 기상조건에 크게 좌우되기 때문에 처리시설의 설계 및 유지관리가 어려울 수밖에 없다. 따라서 제도적으로도 배출기준을 별도로 정하지 않고 있다.

〈표 2-1〉 점오염원과 비점오염원의 특성 비교

구 분	점오염원	비점오염원
배출원	공장, 가정하수, 하·폐수처리시설, 분뇨처리시설, 가축사육시설 등	대지, 도로, 논, 밭, 임야, 대기 중의 오염물질 등
특 정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인위적</li> <li>• 배출지점이 특정·명확</li> <li>• 관거를 통해 한 지점으로 집중적 배출</li> <li>• 자연적 요인에 영향을 적게 받아 연중 배출량의 차이가 일정함</li> <li>• 모으기가 용이하고 처리효율이 비교적 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인위적 및 자연적</li> <li>• 배출지점이 불특정·불명확</li> <li>• 희석, 확산되면서 넓은 지역으로 배출</li> <li>• 강우 등 자연적 요인에 따른 배출량 변화가 심하여 예측이 곤란함</li> <li>• 모으기가 어렵고, 저감효율이 일정하지 않음</li> </ul>

자료 : 환경부, 비점오염원관리 업무편람, 2006.12

지표면의 비점오염물질 항목으로는 토사(sediment), 영양물질(nutrients), 박테리아와 바이러스(bacteria & viruses), 기름과 그리스(oil & grease), 금속(metals), 유기물(organics), 살충제(pesticides), 험잡물(gross pollutants) 등이 있으며, 주요 배출물질은 농작물에 흡수되지 않고 농경지에 남아 있는 비료와 농약, 초지에 방목된 가축의 배설물, 빗물에 섞인 대기오염물질, 도로 노면의 퇴적물 등이다.

#### 다. 지역별 배출특성

토지의 비점오염물질은 대부분 강우시 지표를 흘러 하천 및 호소에 유입되므로 그 과정에서 강우의 강도와 양, 토질(土質)과 같은 자연적인 조건과 토지이용현황, 건기동안 지표에 누적된 오염물질의 종류와 양, 인구·개발 밀도 등의 인위적인 조건에 큰 영향을 받는다. 따라서 지역별 비점오염물질의 발생 및 배출특성이 크게 달라지므로 최적관리방안을 마련하기 위해서는 토지이용에 따른 비점오염특성을 파악할 필요가 있다.



### ① 도시지역

- 인간 활동에 의한 토지이용의 고도화된 지역은 녹지 및 투수층 면적이 줄어들고, 택지 개발·도로건설 등으로 불투수층 면적이 증가하여 오염물질 자정능력을 감소시켜 공공 수역에 비점오염물질의 배출량을 증가 시킬 수 있다. 즉, 비점오염물질은 인간의 다양한 토지이용과 밀접한 관계가 있다.
  - 교통량의 증가, 인구 팽창 등으로 인해 건기 시 지표 또는 관거에 쌓이거나 공기 중의 먼지 등 오염물질이 우기 시 함께 강하하여 불투수성 표면을 통과하지 못하고 빗물과 같이 하천으로 유입됨
- 주택가, 상가, 도로 등에서 유기물, 부유물질(SS), 영양염류뿐만 아니라 박테리아 및 금속성 물질과 일부 유기 독성물질도 배출된다.
  - 도시적 토지이용에서의 주요 비점오염원인 퇴적물은 유기성 부유찌꺼기, 기름, 중금속, 각종 도시폐기물, 실트, 모래, 자갈 등으로 이루어져 있음
- 지표면에 퇴적된 입자성 오염물질이 빗물과 함께 하천에 유입됨에 따라 초기 강우시 배출되는 오염물질의 농도가 가장 높은 초기세척 효과(first-flush effect)가 나타나고 강우가 지속되면서 농도가 낮아지기 때문에 초기 강우 유출수 관리가 비용-효과면에서 효율적이다.
  - 초기 강우 유출 수에는 고농도의 유기물과 각종 독성물질이 포함되어 있어 물고기 집 단폐사 등 하천 생태계 위협요인과 수질오염 원인이 될 수 있음
- 도시개발로 인한 도로·주차장 등 불투수층 면적이 증가함에 따라 강우시 유출수량 역시 증가하는 경향을 보인다.
- 분류식 하수관거로 정비되는 신시가지 등에서는 중금속·유기물 등이 포함된 강우유출수가 우수관거를 거쳐 오염물질 처리과정 없이 바로 하천으로 유출된다.
- 상업활동과 교통량의 증가 등으로 지표면에 누적되는 오염물질이 많아지고 각종 상점, 재래시장과 주유소 등에서는 중금속, 석유계 탄화수소, 기타 독성물질 등 다양한 오염물질이 발생한다.
- 도로면에 떨어진 기름, 마모된 타이어 분진, 도로 보수공사 시 발생한 토사 등이 비강우 시기에 퇴적되어 있다가 강우 시 하천으로 유출된다.

## ② 비도시지역

- 토지는 투수성을 유지하되 토지이용방법을 인위적으로 변화시키는 농경지, 방목, 임야 개간 등이 있다.
  - 비료 및 농약 사용량의 증가, 생산성이 높은 단일 품종의 집중재배 활동 증가, 농기계 보급에 따른 토지교란 행위의 증가, 가축사육량 증가 등으로 비점오염물질 뿐만 아니라 점오염물질 유출량도 함께 증가한다.
- 농림지역 토지이용으로 발생되는 비점오염물질은 강우특성, 시비방법, 용수관리 및 관개방법, 토양관리 등에 따라 유출양상이 크게 달라진다.

## ③ 공업지역

- 산업공정에서 발생하여 관거를 통해 수집되는 공장폐수는 점오염원으로서 폐수처리시설 등에 유입·처리되는 반면, 사업장 부지에 방치된 원료, 폐기물 등 빗물에 노출된 장소에서 발생하는 비점오염물질은 처리과정 없이 공공수역으로 방류되어 수질오염의 원인이 되고 있다.
- 지표면의 침투·불침투성에 관계없이 강우유출수에 고농도의 오염물질이 혼입되는 경우가 많고 경우에 따라 유독성 수질오염물질이 다량으로 하천으로 유출된다.

〈표 2-2〉 지역별 비점오염원 및 주요 오염물질

구 분		비점오염원	주요 오염물질
도시지역		도로 및 교량건설, 토지형질변경, 우수관거, 합류식관거, 지표면 유출수, 도로유출수 등	토사, 기름, 그리스, 박테리아, 영양물질, 협잡물
농업지역	농지지역	논, 밭, 과수원, 양어장, 사면붕괴 등	토사, 영양물질, 농약
	축산지역	초지, 목축지, 축분 저장 및 이용	토사, 박테리아, 영양물질
공업지역		우수관거·합류식 관거의 누수, 지표면 유출수, 공업폐기물 및 폐수의 토지처리, 도로유출수, 사고 누출수, 야적된 원료 및 폐기물	토사, 영양물질, 기름류, 중금속류, 협잡물
개발사업지역		절·성토 등 토목공사 시 유출하는 흙탕물, 방치된 폐건축자재 및 공사폐기물	토사, 유류, 중금속류, 협잡물

자료 : 환경부, 비점오염원관리 업무편람, 2006.12

## 2. 비점오염물질 저감기술

비점오염물질의 저감경로는 자연적인 그 자체와 인공적인 시설로 구분할 수 있다. 자연적으로는 토양 그 자체가 인간의 활동으로 인하여 비점오염물질 발생원인 동시에 토양에 서식하고 있는 수많은 미생물 활동에 의해 오염물질을 분해하고 있으며, 토양에 기반을 둔 초지, 산림, 하천, 늪지, 자연호소, 인공호소, 농경지 등도 비점오염물질의 발생원인 동시에 비점오염물질을 정화하고 있다.

한편, 비점오염물질 저감량 보다 발생량이 큰 지역에서는 비점오염물질이 공공수역으로 유출된다고 볼 수 있는데, 비점오염물질 유출량을 저감하기 위한 인공적인 비점오염저감시설 유형으로는 자연형과 장치형으로 구분할 수 있다. 자연형 저감시설은 인공호소, 저류지, 인공습지, 침투시설, 식생형시설 등이 있으며, 장치형 저감시설은 여과형, 와류형, 스크린형, 응집침전처리형, 생물학적 처리형 등이 있다.

〈표 2-3〉 비점오염물질 유출저감 방안

구 분		비점오염저감 방안
자연		토양, 초지, 산림, 하천, 늪지, 자연호소, 인공호소, 농경지 등
인공	자연형	저류지, 인공습지, 침투시설, 식생형시설 등
	장치형	여과형, 와류형, 스크린형, 응집침전 처리형, 생물학적 처리형 등

### 가. 자연형 인공시설

- ① 저 류 지 : 강우유출수를 저류하여 침전 등에 의해 비점오염물질을 저감하는 시설로 자연형저류지와 지하저류지 등이 있음

#### < 완충저류지 >

- 산업단지를 대상으로 발생하는 사고 유출수 및 초기우수 등의 하천 직유입을 방지할 수 있도록 하여 수질오염사고를 근원적으로 예방할 수 있는 저류시설
- 주로 사고유출수처리가 목적이거나 강우시 초기우수 등의 직접적인 직방류를 차단하여 비점저감시설로도 활용이 가능함

② 인공습지 : 침전·여과·흡착·미생물 분해, 식생식물에 의한 정화 등 자연 상태의 습지가 보유하고 있는 정화능력을 인위적으로 향상시켜 비점오염물질을 저감하는 시설

③ 침투시설 : 강우유출수를 지하로 침투시켜 토양의 여과·흡착작용에 따라 비점오염물질을 저감하는 시설로 유공포장, 투수성포장, 침투조, 침투저류지, 침투도랑 등이 있음

④ 식생형시설 : 토양의 여과·흡착 및 식물의 흡착작용으로 비점오염 물질을 저감함과 동시에 동·식물 서식공간을 제공하면서 녹지공간으로 기능하는 시설을 말하며, 식생여과대, 식생수로 등이 있음



<침투저류지>



<지하저류지>



<생태주차장>



<인공습지>



<식생여과대>



<식생수로>

[그림 2-1] 자연형 비점오염물질 저감시설

#### 나. 장치형 인공시설

- ① 여과형시설 : 강우유출수를 집수조 등에서 차집한 후 모래, 토양 등의 여과재를 통해 여과하여 비점오염물질을 저감하는 시설
- ② 와류형시설 : 중앙회전로의 움직임으로 와류가 형성되어 기름·그리스 등 부유성 물질은 상부로 부상시키고, 헝잡물은 하부로 침전·분리시켜 비점오염물질을 저감하는 시설
- ③ 스크린형시설 : 망의 여과·분리작용으로 비교적 큰 부유물이나 쓰레기 등을 제거하는 시설로서 주로 전처리에 사용하는 시설



<여과형시설>



<와류형시설>



<스크린형시설>



<장치형시설>

[그림 2-2] 인공형 비점오염물질 저감시설

<표 2-4> 비점오염물질시설의 장·단점 비교

관리시설	장 점	단 점
저류시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>강우유출수의 수질과 수량 모두를 조절할 수 있는 수단</li> <li>기존의 유수지를 개선해 사용가능</li> <li>침전물과 침전물에 흡착된 오염물질의 제거에 효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비교적 대규모의 토지를 필요로 함</li> <li>용존성 오염물질은 제거효율 저조</li> <li>침전물이 제거되지 않았을 경우 대규모 강우 후 침전물 재부상 우려</li> <li>침전물 제거(준설)에 비교적 높은 비용 소요</li> <li>부적절하게 관리하면 냄새, 모기 등을 유발</li> </ul>
인공습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>고형물질 외에 용존성 오염물질 제거 가능</li> <li>미관적으로 쾌적한 경관 제공</li> <li>지역의 자산적, 효용적 가치 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>비교적 대규모의 토지를 필요로 함</li> <li>침전물 제거 등 준설이 필요</li> <li>풀 깎기, 식종, 잡쓰레기 제거 등의 관리가 필요</li> </ul>
침투저류지	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역의 홍수피크를 감소</li> <li>관리빈도가 비교적 적은 편임</li> <li>저류용량만큼의 비점오염저감효과 확보가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토질조사 등의 기초현황조사가 부족하거나 설계가 부적절한 경우 저감효과가 미흡</li> <li>고농도로 오염된 강우 유출수나 침전물이 과다한 강우유출수를 처리하는 데에는 부적절</li> <li>토양층 내에서 처리되지 않은 오염물질에 의해 지하수 오염 유발 가능</li> <li>대규모 배수지역에는 부적합</li> </ul>
침투도랑	<ul style="list-style-type: none"> <li>침투도랑은 월류 빈도를 감소시키기 위해 강우 유출수 배제 시스템의 설계에 포함 가능</li> <li>자연적 배수시스템 이용 가능</li> <li>관리빈도가 비교적 적은 편임</li> <li>공간이 제한된 지역에서 사용가능</li> <li>유지관리가 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토질조사 등의 기초현황조사가 부족하거나 설계가 부적절한 경우 저감효과가 미흡</li> <li>고농도로 오염된 강우 유출수나 침전물이 과다한 강우유출수를 처리하기엔 부적절</li> <li>토양층 내에서 처리되지 않은 오염물질에 의해 지하수 오염 유발 가능</li> <li>침전물에 의한 막힘 우려가 있음</li> </ul>



유공포장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 별도의 토지소요량이 없고 도랑 등의 운송시스템이 불필요</li> <li>▪ 새로운 지역이나 기존개발지 모두에 적용 가능</li> <li>▪ 우기 동안에는 미끄럼방지 같은 안전성이 개선</li> <li>▪ 배수를 위한 부대시설 불필요</li> <li>▪ 현지의 자연적 물 흐름과 균형을 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 막힌 유공성 포장면은 재생 어려움</li> <li>▪ 동결과 해빙으로 문제 유발 가능</li> <li>▪ 지하수 오염의 위험</li> </ul>
식생여과대	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 강우에너지로부터 토양을 보호함으로써 토양침식 감소</li> <li>▪ 지표면 유수속도 감소, 침수시간 증가, 침투증가에 의해 강우유출수량 감소</li> <li>▪ 유속이 감소됨에 따른 여과, 흡수 그리고 중력침전으로 부유성 침전물 제거</li> <li>▪ 자연환경개선에 효과적임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 저장과 침투기능이 충분하지 못할 경우 수질개선 미흡</li> <li>▪ 오염물질 제거에 필요한 이상적인 환경이 유지되는 것을 조건으로 함</li> <li>▪ 식생관리가 필요</li> <li>▪ 오염물질 제거를 위한 최소너비가 필요하므로 일정규모 이상의 토지가 필요함</li> </ul>
식생수로	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 강우에너지로부터 토양을 보호함으로써 토양침식 감소</li> <li>▪ 유수속도 감소, 침투증가에 의해 강우유출수량 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 저장과 침투가 충분하지 못할 경우 수질개선 효과 미흡</li> <li>▪ 오염물질 제거에 필요한 이상적인 환경이 유지되는 것을 조건으로 함</li> <li>▪ 경사가 급한 장소에는 적용이 어려움</li> <li>▪ 집중호우 시 유실 가능성 큼</li> </ul>
여과형	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 부유성 고형물과 고형물에 부착된 오염물질 제거 가능</li> <li>▪ 모래뿐만 아니라 다양한 여재 적용이 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 대규모 배수지역에서는 부적합</li> <li>▪ 정기적인 여재 교체가 필요</li> <li>▪ 유입부에 전처리시설(침전) 필요</li> <li>▪ 불투수성 지역에서 적용</li> <li>▪ 토사 등이 다량 배출되는 공사현장·농촌·산지 등에는 바람직하지 않음</li> </ul>
스크린형	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 소용량 및 대용량 적용가능</li> <li>▪ 유지관리용이</li> <li>▪ SS 제거 기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 용존성 물질제거가 곤란하므로 처리항목이 제한적임</li> <li>▪ 수처리 효과는 미흡</li> </ul>
와류형	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 대규모 유량처리가능</li> <li>▪ 침전물과 부유물을 분리처리가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 용존성 물질제거 곤란</li> <li>▪ 유량변동 시 제거 효과가 미흡하여 유량조절장치용 부대시설이 필요할 수 있음</li> </ul>
하수처리형 (응집·침전법)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ BOD<sub>5</sub>, SS, T-P에 대해서는 신속한 처리효과를 얻을 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유지관리인 확보 및 상시 관리가 필요</li> <li>▪ 약품비 및 동력비, 슬러지 처리 등 운전비가 소요</li> </ul>
하수처리형	비점오염저감에 활용하기 위해서는 강우특성 등에 따라 변동이 심한 유량 및 수질의 부하 및 처리의 안전성, 경제성 등을 고려하여 설치하여야 함 (접촉안정법, 폭기식라군법, 회전원판법 등)	

자료 : 환경부, 비점오염원관리 업무편람, 2006.12

## 제2절 국·내외 비점오염물질 관리 동향

### 1. 우리나라 현황 및 법률체계

비점오염물질 관리는 환경관리부서 뿐만 아니라 건설, 농림 등 관련 부서에서의 적극적인 참여가 필요하다고 판단함에 따라 관계부처합동으로 마련한 ‘물관리 종합대책’의 추진강화를 위하여 2004년 3월에 정부합동으로 ‘4대강 비점오염원 관리 종합대책’을 마련하였다. 법률적으로는 2005년 3월에 국회를 통과한 “수질환경보전법”<sup>주1)</sup>에서 일정규모 이상의 개발사업과 신규사업장은 비점오염물질 저감시설 설치를 의무화하였고, 비점오염원으로 인한 수질문제가 심각한 지역을 비점오염원관리지역으로 지정하여 관리토록 하였다.

우리나라 비점오염물질 관리 실태는 ‘4대강 물관리종합 대책’과 최근의 ‘4대강 비점오염원 관리 종합대책’을 발췌하였고, 비점오염원 관리의 법률적 체계는 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”의 해당 내용을 정리하였다. 또한, 비점오염원관리지역 지정현황 및 비점오염저감 시설 시범사업 현황은 환경부로부터 자료를 협조 받아 정리하였다.

#### 가. 4대강 물관리종합 대책

4대강 물관리종합 대책은 2005년까지 주요 상수원의 수질을 I ~ II등급 이상으로 개선하여 모든 국민이 안심하고 마실 수 있는 상수원수의 안정적 확보에 정책목표를 두고 이를 달성하기 위한 종합적인 내용을 담고 있다. ‘유역관리체제로의 전환’이란 목표아래 5년 동안 (1998~2002) 4대강 별로 수질관리대책을 수립하였다. 4대강 대책은 유역관리 시스템의 도입과 상·하류간의 대화와 합의에 기초하여 수립하였고, 사용자부담원칙으로 ‘물이용 부담금제도’를 도입하였으며, 유역관리를 위한 효과적 정책수단으로 수변구역제도, 토지매수제도 및 수질오염총량관리제도를 도입하는 기반을 마련하였다. 또한, 유역관리의 의사결정기구로 ‘수계관리위원회’를 설치하여 중요한 유역관리대책은 논의를 통해 결정토록 하였으며 비점오염원 관리 대책도 중요하게 다루어졌다.

---

1) 2007년 11월부터 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”로 법률 명칭과 내용이 변경됨



비점오염원관리와 관계있는 부문은 사전예방대책 중 수질오염총량관리제도, 수변구역제도, 토지매수제도, 보안림 지정 및 수원함양림 조성, 하천구역에서의 비료·농약의 사용제한, 완충저류조 설치 등이 해당한다. 각 수계별 주요 대책은 다음과 같다.

#### ① 한강 대책

‘비점오염물질 배출 최소화’를 목표로 하여 계획을 수립하였으며, 상수원지역의 오염물질 배출부하량 중 토지이용, 쓰레기투기 등에 의한 비점오염원의 비율이 28.3%에 이르는 것으로 추정하였다. 특히, 강우시 도시지역의 쓰레기 등 각종 오염물질이 하천으로 집중유입하고 상류지역의 비료·농약사용은 하천의 부영양화와 녹조발생의 주요인으로 제시하였다.

저감대책으로 비점오염물질 발생이 많은 도시지역에 저류지를 설치토록 제안하였다. 저류지는 초기강우에 의해 유입되는 비점오염물질을 침전 후 방류함은 물론 치수목적의 방재조정지와 이수목적의 지하침투시설의 기능을 동시에 수행할 수 있도록 다목적 우수저류지로 설치를 권장하였다. 그리고 경작지에서 나오는 배출수가 하천으로 직접 유입되지 않도록 저류조, 습지정화시설 등을 설치하여 오염물질 및 질소·인을 자연정화 하는 방안을 제시하였다.

#### ② 낙동강 대책

‘낙동강 물관리 종합대책’은 비점관리지침, 비위생매립지 정비, 도시청결관리, 지역별·유형별 비점오염원 관리모델 개발 등 구체적인 비점오염원 발생저감과 관리방안에 대하여 제시하였다. 낙동강의 경우 비점오염원에 의한 배출부하량이 하천 및 호소 수질에 미치는 영향은 전체의 20~30%에 미치는 것으로 추정하였다. 주요 비점오염원으로 도시노면 배수, 사업장 야적물질, 가축분뇨 유출, 농경배수를 통한 비료·농약 등이 여름철 강우기에 집중적으로 영향을 미치기 때문에 수질개선을 위해서는 비점오염원에 대한 관리가 필수적임을 제시하였다. 그리고 비점배출에 있어 토지이용에 기인하는 비점오염부하량은 개발로 인해 지속적으로 증가하는 반면, 수면을 이용하는 가두리양식장에 의한 비점오염부하는 면허연장 불허 등의 조치로 감소될 것으로 전망하였다.

비점오염물질 저감대책으로 주요산업에 대한 제도적 관리기반 구축, 매립지, 시가화지역 관리, 농지 비점관리, 하천부지관리 등을 제안하였다. 화학, 목재, 광산 등 강우에 의해 오염물질이 공공수역에 유입될 가능성이 있는 업종에 대해서는 비점오염물질 배출사업장으로 지정하여 관리하는 방안을 제시하였고, 제도화 이전에는 업종별 비점오염물질 관리지침을 마련하여 관리토록 제안하였다. 매립지 대책의 경우 차수막과 침출수처리장을 갖추지 않은 비위생 쓰레기매립지를 정비하여 강우유출에 의한 비점오염물질 유입을 최소화하도록 하였다. 시가화 지역은 비점오염물질 유입 최소화를 위한 도시청결관리지침을 제정토록 제시하였다. 농업지역은 2004년까지 화학비료를 30% 줄일 수 있는 기술을 개발·보급하도록 하였으며, 하천부지 안에서는 화학비료 및 농약을 사용한 경작을 제한하고 유기영양을 조건으로 한 하천점용허가 제도를 실시하도록 하였다. 또한, 가축분뇨로 인한 비점오염 발생부하를 줄이기 위하여 가축 운동장 덮개시설, 퇴비사 설치 등 강우시 가축분이 빗물에 유출되지 않도록 의무화하였다. 배출된 비점오염물질 유입 차단대책으로는 하천수질에 영향이 큰 하천인접지역에 녹지대를 조성, 농경배수로와 하천이 접하는 지역에 토지를 확보하여 토양 여과층과 수초대를 조성하여 토사 및 유기물 등을 제거하고, 읍이상의 시가지지역은 도시저류지 건설, 수변지역의 도로, 주차장 등 건설시 불투수포장 억제를 통한 토양여과기능 제고 및 공단 내 관거식 우수 침투 도랑 설치, 대규모 축산농가 지역에 투수층을 이용한 수초대 조성 등 지역별, 유형별 비점오염원 관리모형을 개발하여 적용토록 제시하였다.

### ③ 금강 대책

‘금강수계 물관리 종합대책’의 비점부문에서는 수변구역관리, 도시 비점오염물질 우수 저류조 설치, 도시청결 관리지침, 업종별 비점오염원 관리모형 개발, 농경배수 습지정화, 자연형 오수정화지 개발, 비위생매립지 정비 및 수변인근 지역 매립금지 등을 제안하였다. 금강유역은 비점오염원에 의한 부하가 하천 및 호소 수질에 미치는 영향은 전체의 20~30%인 것으로 추정하였다. 주요 오염원으로는 도시노면 배수, 사업장 야적물질, 가축분뇨 유출, 농경배수 등으로 저감대책은 수변녹지대 조성, 도시지역 관리, 농경지역 관리, 사업장 관리, 매립지 관리 등을 제안하였다.

수변녹지대는 대청호 유입지천의 수변구역 토지를 매수하여 녹지대를 조성하고, 시가화지

역은 저류지를 설치하여 초기 강우에 포함된 비점오염물질을 침전처리 후 방류토록 하기 위하여 2005년까지 5개 저류지를 시범건설토록 제안하였다. 농업지역은 화학비료 사용을 줄이고 가축분뇨자원화를 통해 질소·인 등 영양물질 공급, 농약·화학비료 저투입 벼농사 확대 등 친환경농업 확대를 추진하고 농경배수로와 하천이 접하는 지역에 토지를 확보하여 습지정화시설을 설치, 자연정화방법에 의한 질소·인 제거를 제시하였다. 사업장 비점오염물질 최소화를 위해서는 화학, 목재, 광산 등 강우에 의해 오염물질이 공공수역에 유입될 가능성이 있는 업종에 대해 비점오염물질 배출사업장으로 지정·관리토록 제안하였다. 또한, 차수막과 침출수처리장을 갖추지 못한 비위생 매립지 정비, 수변 인접지역 신규 매립지 입지제한, 침출수 연계처리가 불가능한 물질은 사전처리 후 연계처리토록 기준강화 등을 제시하였다.

#### ④ 영산강 및 섬진강 대책

‘영산강 및 섬진강 물관리 종합대책’에서도 다른 수계와 마찬가지로 도시지역 중심의 우수저류조 시범설치, 도시청결관리, 업종별 비점오염물질 관리, 농경지역 관리 등의 방안을 강구토록 하였다. 비점오염원에 의한 배출부하량은 하천 및 호소 수질에 미치는 영향이 수계에 따라 전체의 20~40% 정도로 여름철 강우기에 집중적으로 영향을 미치는 것으로 파악하였다. 따라서 주암호 등 영산강권역 수질개선을 위하여 점오염원은 물론 비점오염원에 대한 관리가 필수적임을 제안하였다.

비점오염물질 저감대책으로 우선 수변녹지대 조성에서 주암호 및 유입지천 수변 500m이 내의 토지를 매수하여 녹지대를 조성토록 하였다. 그리고 도시지역 비점오염물질 최소화를 위해 영산강·섬진강수계 본류 및 유입지천 중 유량이 적은 건천을 대상으로 우수저류지를 설치하여 침전처리 후 방류토록 하였다. 우선은 주암호 유역에 시범설치 후 확대 설치하는 방안을 강구토록 하였으며 시가화지역의 청결관리를 강화토록 하였다. 이외에도 금강 유역과 같이 농경지역 비점오염물질 최소화, 사업장 비점오염물질 최소화, 비위생매립지 정비 등의 대책을 제안하였다.

## 나. 4대강 비점오염원 관리 종합대책

### ① 수립배경

‘95년 정부의 비점오염원 전국조사 이래 각 유역별로 비점오염원 조사에 의해 비점오염원 기여율이 밝혀지자 점오염원 위주의 정책만으로는 4대강 수질을 개선하기에는 어려움이 있음이 밝혀졌다. 이어 ‘98~2000년 수립된 ‘4대강 물관리종합대책’에서는 비점오염원은 전체 오염 부하(BOD<sub>5</sub>)의 22~37% 이상을 차지하며, 수질개선을 위해 매년 증가하는 비점오염원 관리의 필요성이 대두되어 비점오염원 관리방안이 반영되었다. 그러나 한강 등 4대강 물관리종합대책에서 비점오염원 대책은 수변녹지 조성, 도시 및 농촌지역 비점오염원 관리 연구용역 추진, 지침 및 가이드라인 작성, 배출사업장 관리제도 정비, 비위생매립지 정비 등 환경부 중심의 비점대책만으로는 대책의 단편성과 투자미흡 등으로 팔당 등 주요지점의 목표수질 달성에 어려움이 예상되고 있었다. 따라서 4대강 물관리종합대책 강화 및 물관리목표 달성을 위해 정부에서는 관련 부처가 참여하여 체계적인 비점오염원 관리계획을 수립·추진하도록 하였다.

### ② 대책의 주요 내용

비점오염원 관리종합대책의 목표는 비점오염원 관리를 통하여 4대강 물관리종합대책의 목표수질을 달성하고자 하였다. 계획기간은 2004~2020년으로 3단계로 나누어 추진하되, 1단계에는 저감시설 위주로 시범사업을 추진하고, 2단계는 수계별 대표 소유역단위 비점오염원 종합 관리 사업을 추진하여 지자체 기술이전을 위한 토대를 구축한 후 3단계부터는 지자체 중심으로 대상지역을 전국으로 확대하도록 계획되어 있다.

대책의 주요 내용으로는 비점오염원 관리체계 구축을 위한 국가·지자체 책무부여 및 관리 계획 수립, 조사연구 등 법적 근거 마련, 각종 개발·정비사업에 관한 법령, 지침·규정 정비 등이 있다. 그리고 개발사업에 대한 환경영향평가·사전환경성검토 강화, 도시 내 홍수방재시설을 비점오염원 관리시설로 활용병행, 하수도 및 도시기반시설의 비점오염원 관리기능 제고 등 사업종류별 비점오염원관리 가이드라인을 마련토록 하고 있다. 장기적으로는 관리의무 부여 등 각종 개발사업 및 도시, 농촌·산림, 도로, 하천 등에서의 비점오염물질 발생예방 및 하천유입 저감방안 추진 등도 있다. 또한, 비점오염원 관리개선을 위한 조사·연구, 비점오염원

관리 및 저감방안에 대한 대국민 교육 및 홍보 등 비점오염원 관리를 위한 기반 구축사업을 제시하고 있다.

〈표 2-5〉 4대강 비점오염원 관리종합대책 주요내용

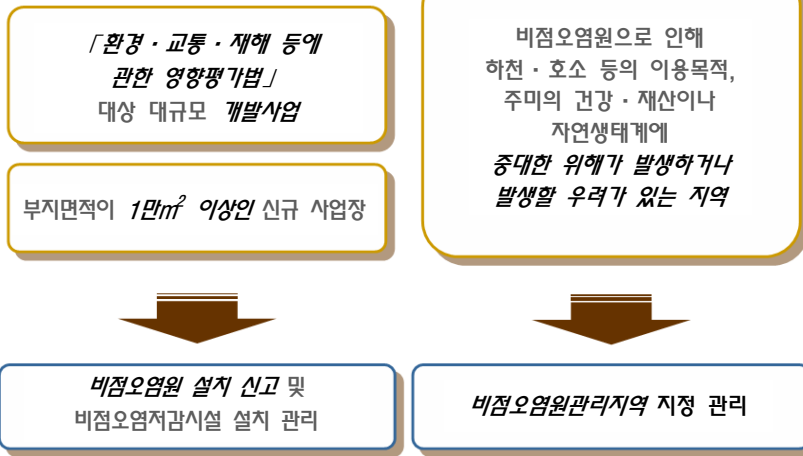
구 분	1단계('04~'05)	2단계('06~'11)	3단계('12~'20)
제 도	기본제도 마련 (국가·지자체 관리책무, 계획수립)	주요 오염원 관리의무 부여	관리의무 강화 지속 추진
관리사업	시범사업(국가)	4대강 대표유역 최적관리 사업(국가·지자체)	본격사업 추진(지자체 중심, 국가 지원)
조사연구	원인규명, 처리기법 개발 중심	모니터링 기법 및 설치기 준 정립	비용효율성을 고려한 시설지속개발

자료 : 관계부처합동, 4대강 비점오염원관리 종합대책, 2004. 3

#### 다. 비점오염원 저감시설 설치관련 법률

우리나라 비점오염원 관리의 법률적 체계는 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제4장에 규정하고 있다. 제53조는 비점오염원의 설치신고·준수사항·개선명령 등을 규정하고 있으며, 제54조는 비점오염원관리지역을 지정할 수 있는 근거를 정하고 있다. 한편, 지정한 비점오염원관리지역의 관리대책수립에 관한 사항은 제55조에, 제56조에는 관리대책의 시행을 위한 ‘시행계획’을 수립하는 내용을 규정하고 있다. 그 외 제57조의 예산지원에 관한 사항, 제58조의 수질 또는 토양의 농약잔류허용기준을 정하는 사항, 제59조의 고령지 경작지에 대한 경작방식의 변경, 농약·비료의 사용량 저감, 휴경 등을 권고할 수 있는 규정이 있다.

**비점오염원에 의한 오염을 유발하는**

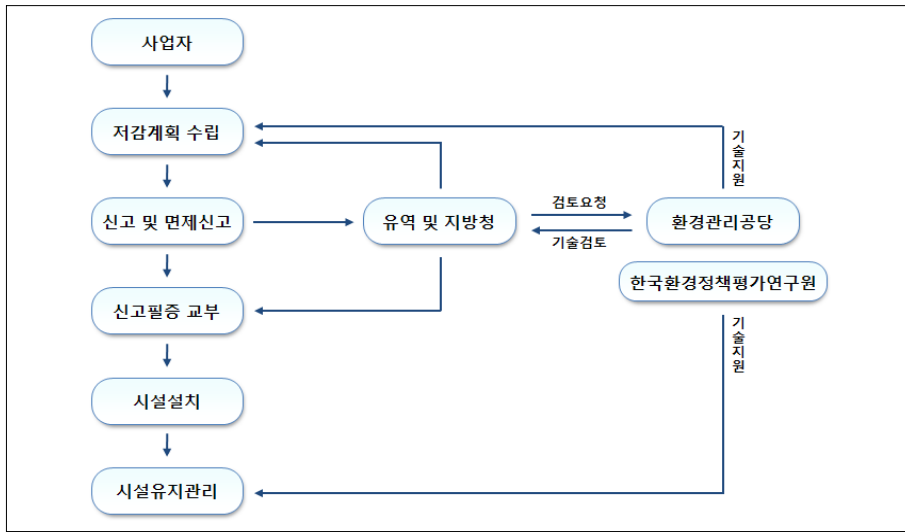


[그림 2-3] 비점오염원 설치신고대상 및 관리지역 지정

① 설치신고 대상

법률 제53조 제1항의 규정에 의하여 대통령령이 정하는 규모 이상의 도시의 개발, 산업단지의 조성사업과 제철시설, 섬유염색시설 등을 설치하는 사업자는 비점오염원 설치신고를 하여야 한다.

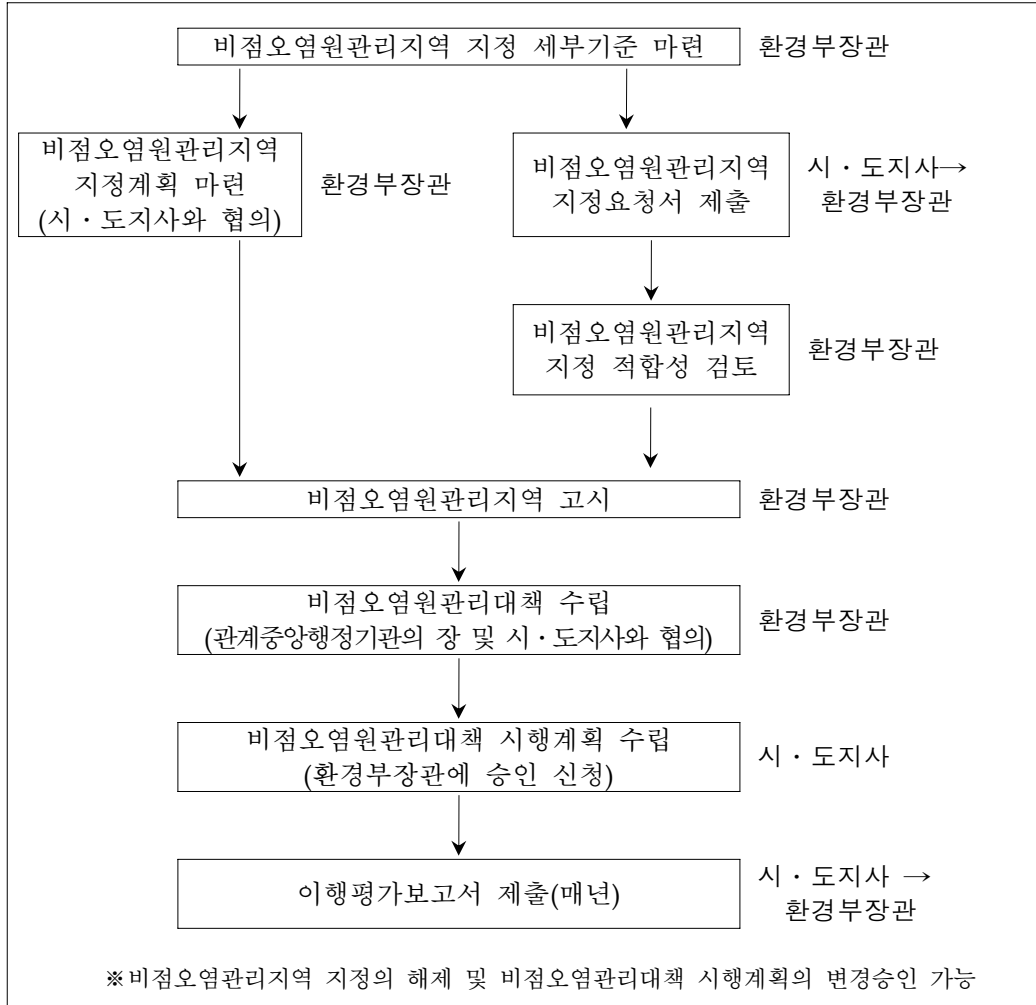
- ① 도시의 개발사업, 산업입지 및 산업단지의 조성사업 (환경영향평가법 시행령 별표 1의 제1호 및 제2호에 해당하는 사업)
- ② 비점오염원에 의한 오염을 유발하는 사업으로서 환경영향평가법 시행령 별표 1의 제3호 부터 제17호까지에 해당하는 사업(에너지개발사업, 항만의 건설사업, 도로의 건설사업, 수자원의 개발사업, 철도의 건설사업, 공항의 건설사업, 하천의 이용 및 개발사업, 개간 및 공유수면 매립사업, 관광단지의 개발사업, 산지의 개발사업, 특정지역의 개발사업, 체육시설의 설치사업, 폐기물 처리시설·분뇨처리시설 및 가축분뇨공공처리시설의 설치, 국방·군사시설의 설치사업, 토석·모래·자갈·광물 등의 채취사업)
- ③ 제철시설, 섬유염색시설 사업장으로 부지면적이 10,000㎡이상인 경우
- ④ 폐수배출시설을 설치하는 다음의 사업장으로 부지면적 10,000㎡이상인 경우 : 목재 및 나무제품 제조업, 펄프·종이 및 종이제품 제조업, 코크스·석유정제품 및 핵연료 제조업, 화합물 및 화학제품 제조업, 고무 및 플라스틱제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 제1차 금속산업, 석탄, 원유 및 우라늄 광업, 금속 광업, 비금속광물 광업(연료용은 제외), 음·식료품 제조업, 전기업, 가스업 및 증기업, 도매업 및 상품 중개업, 하수처리업, 폐기물처리업 및 청소 관련 서비스업



[그림 2-4] 비점오염원 설치신고절차

## ② 비점오염원관리지역 지정

환경부장관은 시·도지사의 요청 시 비점오염원에서 배출되는 강우로 인하여 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 지역을 비점오염원관리지역으로 지정할 수 있다. 지정기준은 ①『환경정책기본법 시행령』 제2조에 따른 하천 및 호소의 수질에 관한 환경기준에 미달하는 유역으로 유달부하량(流達負荷量) 중 비점오염기여율이 50% 이상인 지역, ②비점오염물질에 의하여 자연생태계에 중대한 위해가 초래되거나 초래될 것으로 예상되는 지역, ③인구 100만 이상의 도시로서 비점오염원 관리가 필요한 지역, ④『산업입지 및 개발에 관한 법률』에 따른 국가산업단지, 지방산업단지로 지정된 지역으로 비점오염원관리가 필요한 지역, ⑤지질·지층구조가 특이하여 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 지역, ⑥그 밖에 환경부령으로 정하는 지역 등이다. 지정한 비점오염원관리지역은 대책을 수립하고, 시행을 위한 시행계획의 수립과 매년 시행계획 내용의 이행 여부를 평가하도록 하고 있다.



[그림 2-5] 비점오염원관리지역 지정절차

우리나라는 2007년 8월 23일에 소양호, 도암호, 임하호 유역과 광주광역시 전역을 비점오염원관리지역으로 지정하였다. 지정한 이유는 소양호와 임하호의 경우 댐 상류유역에 위치한 고랭지밭 등에서 강우 시 다량의 토사가 유입되기 때문에 비점오염원관리지역으로 지정하였다. 도암호의 경우 댐 상류지역에 위치한 고랭지밭, 가축사육 농가 등에서 배출되는 수질오염물질이 퇴적되어 호소 내 부유물질이 수질환경기준 II등급을 초과하고 있어 이를 개선하기 위하여 비점오염원관리지역으로 지정하였다. 한편, 광주광역시의 경우 시가지를 관류하는 영산강의 수질오염이 악화되어 BOD<sub>5</sub>가 수질환경기준 II등급을 초과하고 있으며 수질오염의 주된 원인



이 도로, 주택 등에서 발생되는 비점오염물질로 나타남에 따라 이를 개선하기 위하여 비점오염원관리지역으로 지정하였다.

〈표 2-6〉 우리나라 비점오염원관리지역 지정현황

구분	수질개선 목표	계	대상지역(면적)		
소양호	탁도 50NTU이하	3개 군 (2227.81km <sup>2</sup> )	양구군 (143.97km <sup>2</sup> )	인제군 (1636.32km <sup>2</sup> )	홍천군 (447.51km <sup>2</sup> )
도암호	부유물질 5mg/L이하	1개 군 (148.73km <sup>2</sup> )	평창군 (148.73km <sup>2</sup> )		
임하호	탁도 50NTU이하	3개 시·군 (1360.82km <sup>2</sup> )	안동시 (177.29km <sup>2</sup> )	청송군 (667.08km <sup>2</sup> )	영양군 (516.46km <sup>2</sup> )
광주광역시	BOD <sub>5</sub> 5mg/L이하	501.31km <sup>2</sup>	광주광역시 전지역 (501.31km <sup>2</sup> )		

※ 생활용수로 사용하는 소양호, 임하호는 먹는물 수질기준(NTU)으로, 발전용수로 사용하는 도암호와 광주광역시는 수질환경기준 항목인 부유물질과 BOD<sub>5</sub>로 개선목표 설정

자료 : 환경부, 보도자료(소양호, 도암호, 임하호 상류 고령지발 특별관리), 2007.07

### ③ 비점오염원저감시설 시범사업 현황

4대강의 수질오염에 미치는 영향이 날로 증가하고 있는 비점오염원에 대한 관리 없이는 수질개선 효과가 미흡하다는 판단아래, 4대강 물관리종합대책의 물관리 목표를 달성하고자 시범사업을 실시하였다. 시범사업은 초기강우에 의한 비점오염원 유출특성 파악, 배출부하량 및 오염기여율 예측과 운영결과에 따른 설계와 유지관리의 가이드라인을 작성하기 위함이었다. 2004년부터 2009년까지 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강) 수계에 총 43개소(42,237백만 원) 비점오염저감시설을 시범사업으로 설치하여 운영 중이다.

한강수계의 경우 2004년부터 2009년까지 총 26개 시설을 설치하였고, 투입된 사업비는 8,406백만원이다. 저감시설의 종류로는 장치형이 14개 시설(여과형6, 복합형4, 와류형4), 자연형이 12개 시설(인공습지3, 식생수로2, 침투도랑3, 식생여과대2, 침투저류지2)이다.

〈표 2-7〉 한강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황

시설종류	소재지	유역 (ha)	지역	토지이용	설치비 (백만원)
식생수로	용인 삼계리	0.77	도시	도로(100%)	8
식생수로	용인 왕산리	27.66	도시+농촌	임야(23), 경작지(58%), 도시(19%)	81
인공습지	용인 삼계리	10.38	농촌	경작지(67%), 도로(7%), 기타(26%)	192
인공습지	이천 도지리	22.02	농촌	경작지(44.3%), 임야(39.1%)	354
식생여과대	용인 해곡동	2.53	농촌	경작지(30%), 임야(70%)	40
식생여과대	용인 초부리	7.03	도시+농촌	경작지(65%), 도시(35%)	57
침투도랑	용인 전대1리	0.3	도시	도로(100%)	24
침투도랑	이천IC	1.6	도시	도로(100%)	70
침투도랑	용인 전대2리	0.5	도시	도로(100%)	40
침투저류지	용인IC	9.13	도시+농촌	도시(24%), 임야(56%), 도로(20%)	226
침투저류지	용인 초부리	9.61	도시+농촌	경작지(48%), 임야(37%), 도로(15%)	371
스크린+저류시설	광주 경안동	177.3	도시+농촌	경작지(56%), 도로(8%), 기타(36%)	219
스크린+저류시설	광주 곤지암	1.6	도시	도시(100%)	3489
스크린형	용인 삼계리	2.74	도시	택지(64%), 도로(36%)	115
스크린형	용인 운학리	0.3	도시	도로(100%)	65
와류형	광주 광남리	2.96	도시	도시(100%)	112
와류형	광주 상번천리	1	도시	도로(100%)	49
여과형	용인 삼계리	0.77	도시	도로(100%)	49
여과형	광주 경안동	0.5	도시	주차장(100%)	94
여과형	용인 왕산리	0.65	도시	도로(100%)	187
여과형	광주 추자리	0.52	도시	도로(100%)	34
여과형	광주 장지동	0.32	도시	도로(100%)	143
여과형	광주 경안동	1.42	도시	공영주차장(100%)	196
와류+여과시설	용인 삼가동	1.07	도시	도시(100%)	131

와류+여과시설	용인 김량장동	3.5	도시	도시(80%),도로(20%)	196
생태유수지	남양주시 가운동	22	도시	도시(100%)	1,864
26개소					8,406

자료 : 환경부, 내부자료, 2009.07

낙동강수계의 경우 2005년부터 2009년까지 총 5개 시설을 설치하였고, 투입된 사업비는 13,095백만원이다. 저감시설의 종류로는 장치형이 3개 시설(여과형1, 와류형4, 응집침전형1), 자연형이 2개 시설(인공습지1, 식생수로1)이다.

〈표 2-8〉 낙동강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황

시설종류	소재지	유역 (ha)	지역	토지이용	설치비 (백만원)
인공습지	영천 대평리	568	농촌	경작지(40%),임야(58.5%),기타(1.5%)	333
식생수로	함안 산서면	351	농촌	도시(31.7%),임야(66%) 도로(3.3%)	88
여과형	구미 원평동	25	도시	주거지역	459
와류형	달성 논공면	88	도시	공업지역	146
응집침전형	대구 대명동	998	도시	공업지역	12,069
5개소					13,095

자료 : 환경부, 내부자료, 2009. 07

금강수계의 경우 2006년부터 2009년까지 총 7개 시설을 설치하였고, 투입된 사업비는 8,396백만원이다. 저감시설의 종류로는 장치형이 2개 시설, 자연형이 5개 시설(인공습지3, 인공습지+장치형2)이다.

〈표 2-9〉 금강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황

시설종류	소재지	유역 (ha)	지역	토지이용	설치비 (백만원)
인공습지	공주시 우성면 상서리	221	농촌	경작지	2,564
여과형	서천군 장항읍 원수리	26	농공단지	산업단지	828
인공습지	공주시 탄천면 남산리	465	농촌	농업지역	1,148
인공습자장치형	논산시 연무읍 양지리	11	농촌	축산지역	1,613
인공습지	김제시 장화동	75	농촌	농업지역	1,001
인공습자장치형	정읍시 덕천면 도계리	60	농촌	축산지역	1,181
장치형	군산시 성산면 산곡리	2.6	휴게소	도로	61
7개소					8,396

자료 : 환경부, 내부자료, 2009. 07

영산강수계의 경우 2006년부터 2009년까지 총 5개 시설을 설치하였고, 투입된 사업비는 12,340백만원이다. 저감시설의 종류로는 장치형이 4개 시설, 자연형이 1개 시설(인공습지1)이다.

〈표 2-10〉 영산강수계 비점오염저감 시범사업 설치시설 현황

시설종류	소재지	유역 (ha)	지역	토지이용	설치비 (백만원)
여과형	나주시 동수오량 농공단지	46	농공단지	산업단지	1,054
인공습지	나주시 다시면 송촌리	253	농촌	농업지역	1,748
여과형	나주시 성북동 주차장	0.2	도시	주차장	340
장치형	광주광역시 서구 덕흥동 (상무지구1)	160	도시	도시지역	9,198
장치형	광주광역시 서구 덕흥동 (상무지구2)	146	도시	도시지역	
5개소					12,340

자료 : 환경부, 내부자료, 2009. 07

그 외 지방자치단체가 환경부가 시행한 시범사업을 토대로 국고보조사업을 받아 설치중인 시설이 2개소가 있다.

〈표 2-11〉 비점오염저감시설 지자체 설치현황(국고보조사업)

수계	시설종류	소재지	지역	토지이용	설치비 (백만원)	비고
한강	생태유수지	남양주시 덕소배수펌프장	도시	도시지역	15,776	'09년 착공
금강	인공습지	충북 단양	농촌	경작지, 주거지	3,400	'09년 착공

자료 : 환경부, 내부자료, 2009. 07

## 2. 외국의 비점오염물질관리 체계

### 가. 주요 국가별 관리 현황

#### ① 미국

미국의 우수유출 규제는 1987년에 개정된 연방수질오염관리법에 근거를 두고 있으며, 기존의 점오염원 규제만으로 수질개선에 한계가 있어 비점오염원인 도시지역, 건설지역, 농업지역의 우수유출수를 국가오염배출량 감소제도(NPDES)에 따라 허가를 받도록 규정하고 있다.

- EPA의 1단계 강우유출수 규제기준(Phase I, 1990.11)은 인구 10만 이상의 도시 분류식하수관거 지역, 공업 활동 및 건설지역에서 발생하는 우수유출수를 점오염원에 포함시켜 1992년 10월초까지 NPDES허가를 받도록 규정하고, 2단계 강우유출수 규제기준 (Phase II, 1999.12)에서는 인구 10만 이하 도시에서 발생하는 도시 분류식하수관거지역 중에서 지정된 도시 및 건설지역을 확대하여 적용

이들 대상에 대하여 6개 항목(대중교육 및 홍보, 대중 참여, 관거 오점조사 및 제거, 건설지역 유출제어, 신규개발 및 재개발에서의 건설 후 우수관리, 사전오염예방)에 걸친 최소 관리 기준을 제시하고 있음

- 수질기준을 초과하는 하천구간은 점원오염원의 관리만으로는 개선되기 어렵기 때문에

EPA주도로 오염총량관리계획(TMDL: Total Maximum Daily Load)을 실시하도록 되어 있음. 비점오염원 관리는 Clean Water Act의 Section 319에 근거하여 법적규제를 하지 않고, 국고보조금으로 지방정부에서 자발적으로 수질기준을 초과하는 수계구간을 대상으로 비점오염원을 관리하도록 규정하고 있음

- 수체를 하천, 호수, 습지, 연안, 해변, 대양 등 6개로 분류하여 이수목적을 다양하게 구분함. 이수목적 달성을 위한 중점지표, 보조지표를 설정하고 이를 관리하는데 가장 빈번한 지표는 분원성대장균(60.86%), 총인(16.29%), 총대장균군(10.41%)의 순이며, 수질뿐만 아니라 유량도 관리하도록 규정하고 있음
- 비점오염원을 관리하는 데 있어 처리개념 또는 방재개념으로 접근하는 것이 아니라, 개발 이전의 수량과 수질을 유지하려는 LID(Low Impact Development)의 개념을 도입하고 있음. 각 수계의 특성을 충분히 고려하고, 부처간 조율을 통하여 수질의 관리와 토지이용계획을 연계하여 목표를 수립하도록 되어 있음
- 대체적으로 도시지역은 청소주기를 조정하거나 일정 초기강우 유출수를 포집하게 하고, 농촌과 건설지역은 토사유출을 관리하도록 하는 등 유역특성, 토지이용에 따라 규제·관리항목이 다르며, 발생부하를 저감시키기 위한 시설물 설치보다는 지역특성에 맞도록 물의 순환체계를 수정하고 시비량 삭감, 청소주기 개선 등 비점오염물질 발생방지 개념을 도입하고 있음
- 강우 유출수 관리에 우선적으로 적용되는 비구조적인 관리기법은 자연적 구성요소의 보존, 토지훼손의 최소화, 불투수면의 관리, 홍수도달시간의 조절 등 4가지 관리기법 원칙에 기초하여 개발전의 대상지역의 강우와 유출수 반응유형을 최대한 활용하거나 재현하는 것을 목표로 함. 구조적인 관리방식은 개발로 인한 영향이 최소화되도록 구조물에 의한 최적관리방안을 시도하는 것인데, 대상지의 중앙에 단일구조물을 설치하여 강우유출수를 배제하는 것을 주요목적으로 하던 것에서 벗어나 오염발생 위치에서 가능한 가깝게 구조물을 설치하여 수량과 수질을 관리하는 것임
- BMP(Best Management Practices)와 같은 비점오염원 관리에 의한 수체 수질개선효과를 증빙하기 위한 여러 모니터링 연구가 진행 중에 있으나 중·대 규모 유역단위로 해석이 뚜렷한 개선효과를 증명한 경우는 드물다

## ② 일본

일본은 수질과 관련된 다양한 법규가 있는데 수질오염방지법(1996년 개정), 하천법(1997년 개정), 토지개량법(2001년 개정), 수자원개발법(1983년 개정)등으로 수질오염을 규제하고 있다. 특히, 1997년 개정된 하천법은 수자원개발과 홍수방재와 더불어 환경보전을 강조하고 있다. 그러나 다양한 토지이용에서 발생하는 오염물질을 효과적으로 제어하고 있지 못하며, 수질악화가 지속되고 있는 상황이나 미국의 TMDL과 같은 오염원관리 프로그램을 국토전역에 도입하지 못하고 있다.

- 비와호의 수질향상을 위하여 시가현은 비점오염원 관리를 지속적으로 하고 있으나 효과가 뚜렷하지 않은 것으로 나타나고 있음
- 농지에서 발생하는 비점원은 회귀 수에 의하여 집중적으로 발생하므로 관개용수를 적게 사용하도록 권장하고, 비료와 농약을 적게 사용하도록 유도하며, 이러한 농법을 실천할 경우 장려금을 지급함
- 도시지역은 청소 빈도를 늘리고 침투형 포장을 권장하는 등 침투유량을 줄이기 위한 방법이 시행되고 있으며, 도시지역 강우유출수를 처리하기 위한 필터형 처리시설이 설치되고 있음
- 하천과 호소 저부 퇴적물을 제거하고, 생태형 습지(예: 모리야마강 정화시설, 오바강 생태공원)를 설치하고 있으나, 호소의 수질(농도)이 낮기 때문에 그 효과를 검증하기 어려운 상태임

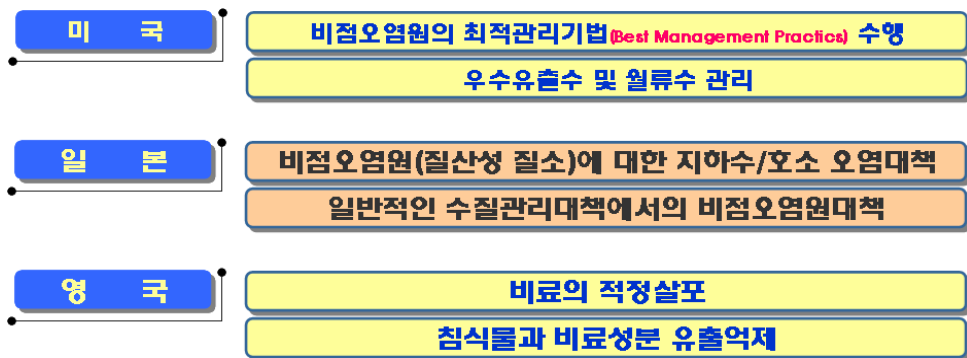
## ③ 영국

영국도 일본과 같이 비점오염원 관리를 위한 구체적인 제도적 기반은 구축되어 있지 않으나 최근 비점오염원 기여도를 조사하여 수질오염의 주요한 원인이 비점오염원임을 파악하고 개별 프로그램을 통해 관리를 하고 있으나 미국이나 우리나라와 같이 각 부분에 대한 종합적인 관리는 하지 못하고 있다. 비점오염원은 주로 농업에 기인하며 규제는 주로 농업에 대해 이루어지고 있으며, 이에 대처하기 위해 “수자원법”(Water Resources Act, 1991)에서 ‘질소취약지역’을 지정하여 운영하고 있다.

## 나. 비점오염원 관리정책의 시사점

수질관리를 체계적으로 시행하는 해외 주요국가에서 비점원오염원이 수질악화의 주요원인을 파악하고 있으며, 비점원오염물질을 저감하고자 노력하고 있다. 유기물과 부유물질 두 항목으로 관리될 수 있는 점오염원과 다르게 비점오염원은 다양한 기상과 지역특성에 영향을 받으므로 단일법으로 관리되지 못하며, 토지이용에 따라 다양한 법에서 다양한 항목의 비점원오염물질을 규제하고 있다.

비점원오염물질에 의한 수질악화를 계량적으로 저감하기보다는 전반적인 수질개선을 위한 도시수문개선, 유역물순환 조정, 장려금지급을 통한 시비량 저감 등 발생량 자체를 저감하기 위한 노력을 하고 있는 상태이다. 비점오염물질 저감사업의 수질개선 효과에 대한 다양한 모니터링 연구가 진행되고 있으나 중규모 이상 유역의 수질자료를 분석하면 장기간 수질개선효과가 미미한 경우가 보고되고 있어 장기간 관찰 및 분석이 지속되어야 함을 의미하고 있다.



자료: 이웅(환경관리공단), 비점오염원과 CSOs처리방안, 2006

[그림 2-6] 주요국가의 비점오염원 관리



## 제3장 충청남도 비점오염물질 발생특성 및 저감시설 운영실태

### 제1절 비점오염물질 발생특성

#### 1. 비점오염물질 발생량산정 및 배출시기

충청남도 시·군별 비점오염물질 발생부하량을 산정하였다. 지목별 비점오염물질 발생부하량은 '제2단계 수계오염총량관리기술지침'에서 제시하는 원단위를 적용하기 위하여, 토지이용 형태를 전, 답, 임야, 대지, 기타로 분류하였다. 전은 과수원을 포함하고, 대지는 공장용지, 학교용지, 도로(도로사면 제외), 철도용지(철도선로 제외), 주차장, 주유소용지, 창고용지, 체육용지(골프장, 스키장 제외), 유원지, 종교용지, 사적지를 포함하였다. 기타 지목은 광천지, 염전, 제방, 하천, 구거, 유지, 양어장, 수도용지, 공원, 묘지, 목장용지, 잡종지를 포함하여 분류하였다.

〈표 3-1〉 지목별 연평균 발생부하원단위

(단위: kg/km<sup>2</sup> · 일)

구분	BOD <sub>5</sub>	T-N	T-P
전	1.59	9.44	0.24
답	2.30	6.56	0.61
임야	0.93	2.20	0.14
대지	85.90	13.69	2.10
기타	0.960	0.759	0.027

자료 : 국립환경과학원, 제2단계 수계오염총량관리기술지침, 2008.9

시·군별 연간 비점오염물질 발생부하량 산정결과는 표 3-2와 같다. 한편, 단위면적당 연간 발생부하량을 산출한 결과 BOD<sub>5</sub>의 경우 2,688.6kg/km<sup>2</sup>·년 이었다. 시·군별로 살펴볼 때, 천안시, 아산시, 서천군, 당진군 순으로 높았으며 공주시, 청양군, 금산군 지역 등이 낮았다. 단위면적당 발생부하량이 높다는 것은 발생부하량 원단위가 높은 대지(공장용지, 학교용지, 도로 포함)의 토지비율이 높은 지역으로 도시화의 진행이 비교적 많은 지역이라 할 수 있다.

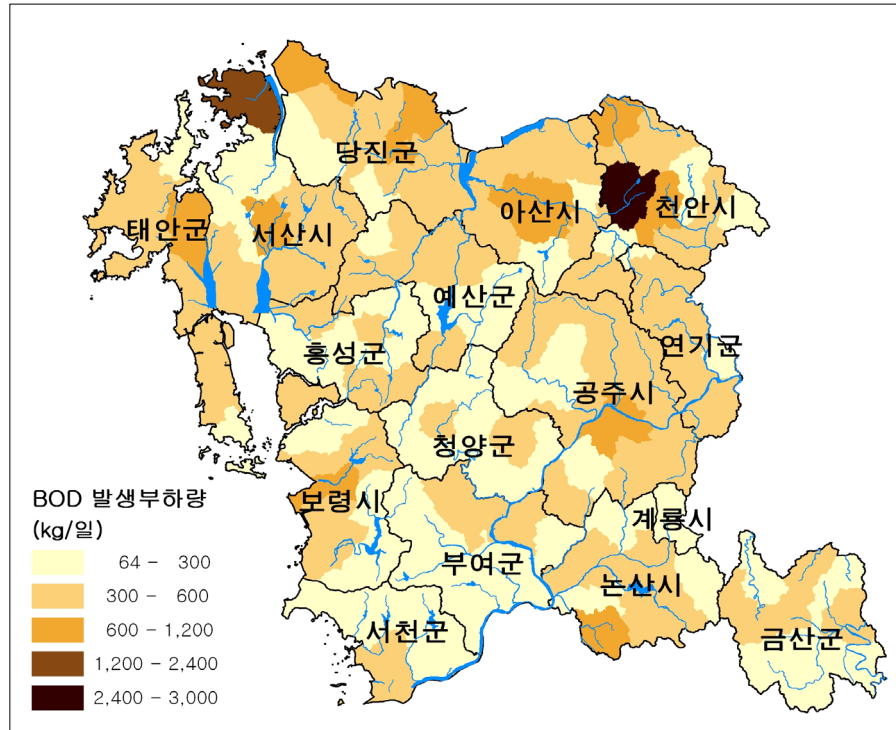
〈표 3-2〉 충청남도 시·군별 비점오염물질 발생부하량

(단위 : kg/년)

구 분	연간 발생부하량(kg/년)			단위면적당 연간발생부하량(kg/년·km)		
	BOD <sub>5</sub>	T-N	T-P	BOD <sub>5</sub>	T-N	T-P
천안시	2,769,181	1,187,847	108,594	4,352.6	1,867.1	170.7
공주시	1,693,962	1,253,589	98,125	1,801.4	1,333.1	104.3
보령시	1,422,108	872,030	73,607	2,499.2	1,532.5	129.4
아산시	1,984,466	1,033,984	90,709	3,660.1	1,907.1	167.3
서산시	1,908,169	1,269,187	105,810	2,576.6	1,713.8	142.9
논산시	1,743,090	1,015,458	88,389	3,141.6	1,830.2	159.3
계룡시	164,824	85,989	7,343	2,714.0	1,415.9	120.9
금산군	1,077,326	793,962	59,510	1,869.4	1,377.7	103.3
연기군	1,104,312	594,097	50,375	3,056.0	1,644.1	139.4
부여군	1,437,602	984,806	83,046	2,302.1	1,577.0	133.0
서천군	1,150,513	656,263	58,697	3,213.6	1,833.1	164.0
청양군	892,361	671,472	52,826	1,861.6	1,400.8	110.2
홍성군	1,206,493	797,268	63,585	2,717.7	1,795.9	143.2
예산군	1,365,133	942,342	75,085	2,517.4	1,737.7	138.5
태안군	1,066,441	824,303	63,231	2,111.6	1,632.2	125.2
당진군	2,136,068	1,241,865	109,185	3,209.6	1,866.0	164.1
합계(평균)	23,122,050	14,224,462	1,188,116	2,688.6	1,654.0	138.2

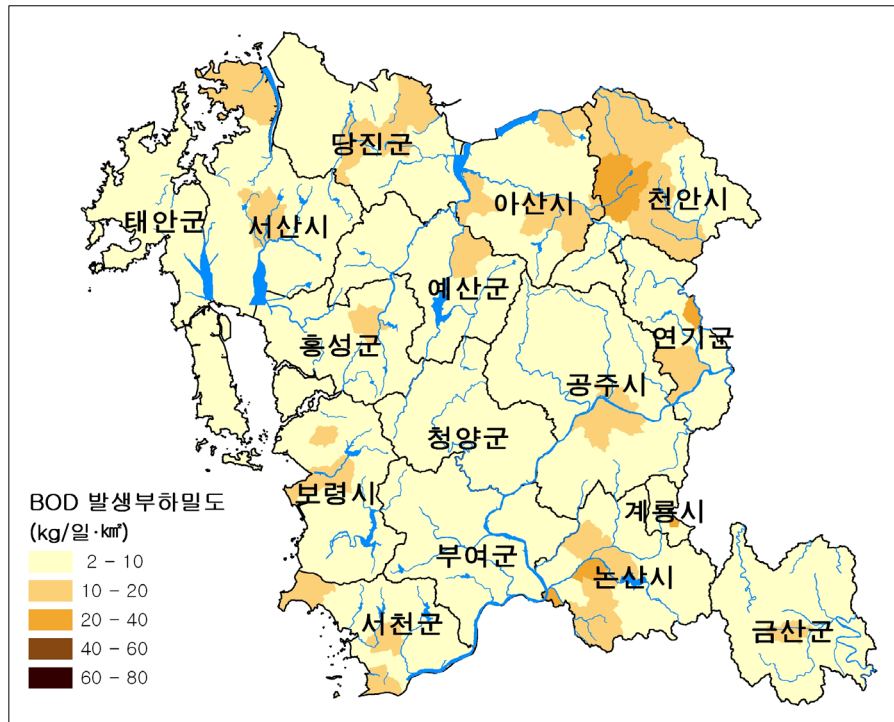
주) 합계(평균) : 연간발생부하량의 경우 시·군별 전체합계이고, 단위면적당 연간 발생부하량은 평균값임

충청남도지역의 유기물에 대한 읍·면·동별 일일 발생부하량을 표현하였다. 그림 3-1과 같이 천안, 서산 대산읍(화학단지)지역과 읍급 이상의 시가지 지역으로 도시화가 진행된 지역일 수록 발생량이 비교적 많다.



[그림 3-1] 시·군별 BOD<sub>5</sub>발생부하량(kg/일)

한편, 단위면적당 BOD<sub>5</sub>발생량은 천안시 동지역, 연기군 조치원읍, 계룡시, 논산시 동지역 및 강경읍 지역 등이 비교적 많고, 대부분 대지화율이 높은 읍 이상의 지역이 많다. 이러한 지역은 강우시 하천의 수질상태를 비교하여 비점오염원관리지역 지정을 검토할 대상지역이며, 비점오염물질 저감시설은 이와 같이 단위면적당 발생부하량이 많은 지역과 강우시 수질농도가 높은 유역 등을 중심으로 설치함이 타당하다.



[그림 3-2] 시·군별 BOD<sub>5</sub>발생부하량 밀도(kg/일·km<sup>2</sup>)

강우시 유역 내 비점오염물질 유출량(배출부하량)의 실측은 사실상 거의 불가능하기 때문에 일반적으로 ‘제2단계 수계오염총량관리기술지침’에 따라 산정한다. 지침에서 제시하고 있는 비점배출부하량 산정방법은 토지지목별 비점오염물질 발생량 원단위를 적용하여 일평균 발생량을 산정한 후 365일을 곱하여 연간 발생부하량을 산정하도록 하고 있다. 산정한 연간 발생부하량 중 10%는 강우량이 없거나 10mm/일 미만 강우 일에 배출되고 90%는 월별 강우배출비에 따라 배출되어 발생량은 모두 공공수역으로 배출된다는 가정 하에 산정하는 식이므로 일일 발생량과 배출량이 결국 같아지게 된다. 그러나 비점오염물질의 배출양상은 발생량 모두가 실제적으로 배출되지 않고, 토지에서 발생한 비점오염물질은 토양미생물에 의하여 분해되거나, 식물흡수 등에 의하여 일정부분 자정과정을 거쳐 잔존하다가 강우시 빗물과 함께 공공수역으로 유출한다. 또한, 비점오염물질은 강우 일에 따라 연간 약 30~40일 정도에 한정하여 배출되고 있음에도 불구하고, 연간량을 일간량으로 환산하여 비강우시에도 매일 배출하고 있다는 가정은 사실과 큰 차이가 있다.

실제적인 비점오염물질의 배출량을 산정하기란 현실적인 한계가 있으나, 비점오염물질 발생량과 10mm/일 이상 강우일수와 밀접한 관계가 있으며, 10mm/일 이상 강우일수는 6월~9월 사이는 월별 5~10일 정도이고, 2월~5월 및 10월은 2~3일, 그 외 11월~익년 1월까지 10mm이상의 강우일이 없거나 1일 정도이다. 따라서 비점오염물질의 배출은 발생량이 많고, 강우량이 많은 6월~9월 사이에 집중 된다고 볼 수 있다.

이에 따라 비점오염물질의 배출량관리 시기는 6월~9월에 집중이 되어한다는 결론에 도달하지만, 오히려 이시기에 유량이 큰 폭으로 증가하여 유기물의 농도는 매우 낮아지게 된다. 또한, 이와 같은 풍수기에는 강우일이 빈번하고 유기물 등은 강우초일 약 30분간에 걸쳐 대부분 유출되어 토양표면에는 유기물의 잔존량이 거의 없기 때문에 연속적인 강우량에도 불구하고 배출량은 강우강도에 비례하여 증가하는 관계식은 성립되지 않는다. 그렇지만 일부 하천의 경우 강우일에 가축분뇨, 산업폐수, 하수처리시설 등 점오염원에서 오·하수 및 폐기물을 무단 배출하여 유기물의 농도가 높아지는 경우도 발생하는 사례가 있다. 따라서 장마철 등 집중 호우 기간에는 비점오염물질 관리보다는 치수관리대책을 우선함이 타당하고, 오히려 점오염원관리 에 집중해야 한다.

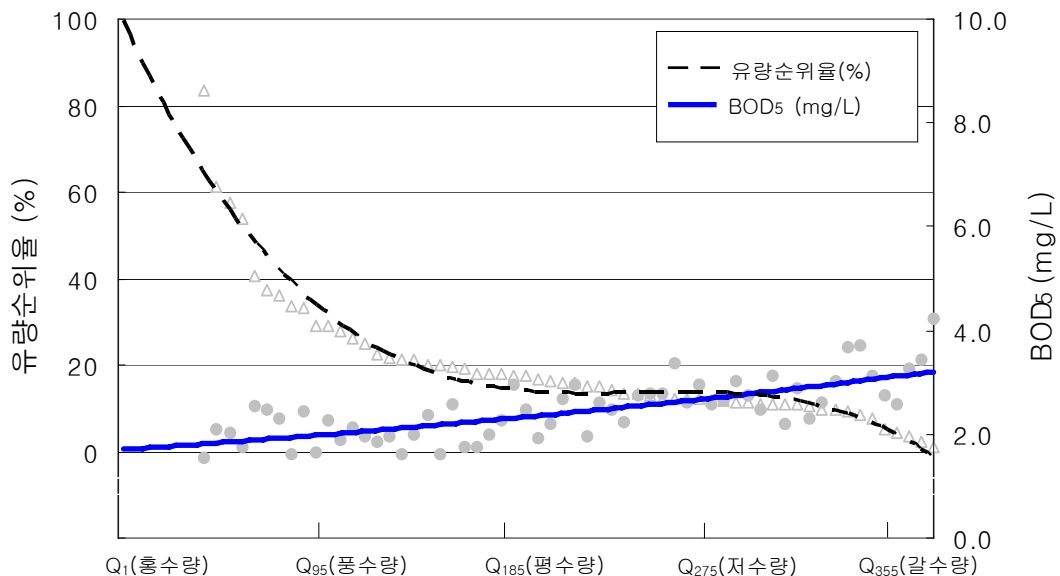
## 2. 비점오염물질 배출과 방류수역의 상관성

전국 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질 변화 추세를 파악하고, 집행된 주요정책 사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책수립을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 환경부에서 전국을 대상으로 수질측정망을 운영하고 있다. 2004년 3월부터 2009년 4월까지 5년 동안 매월 1회 측정한 충남지역의 수질측정망 운영 자료를 토대로 강우의 영향으로 비점오염물질이 빈번히 유출되는 시기인 풍수기(6월~9월)의 5년간 4개월 평균한 값과 강우량이 거의 없이 비점오염물질 유출이 적은 저수기·갈수기(2월~5월)의 5년간 4개월 동안 평균값을 산출하여 비교하였다.



대천천	3.2	5.0	8.1	1.693	0.052	4.9	7.1	7.2	2.466	0.120
도당천	2.9	6.6	8.9	2.861	0.074	3.4	5.3	8.0	2.596	0.047
두계천1	2.3	3.3	7.1	1.260	0.036	3.1	4.0	4.6	1.766	0.048
둔당천	4.5	8.8	16.7	3.815	0.142	6.7	8.0	14.2	4.251	0.139
무한천1	2.9	7.1	19.3	2.253	0.114	2.7	5.8	9.1	2.976	0.096
무한천2	3.7	8.1	17.2	4.339	0.176	5.2	9.8	15.1	5.949	0.179
미호천5A	5.1	8.6	25.5	6.130	0.322	5.8	10.8	17.8	7.220	0.260
미호천6	5.3	8.6	29.4	5.234	0.338	6.9	10.9	25.2	9.355	0.541
미호천6-1	4.7	9.4	24.9	4.532	0.323	6.4	11.7	17.0	7.391	0.319
방축천	4.8	7.7	22.8	2.885	0.147	7.1	11.1	23.8	9.039	0.308
봉황천	1.3	4.1	13.2	2.673	0.139	1.8	4.3	10.3	4.178	0.162
삼용천	12.7	12.1	19.2	5.575	0.594	15.7	13.1	14.2	8.499	0.864
삼교천1	4.2	9.2	38.4	4.607	0.274	5.4	8.7	30.5	7.476	0.335
삼교천2	3.5	8.7	43.0	3.531	0.208	5.1	8.8	44.8	7.100	0.286
삼교천3	4.0	9.0	28.9	3.533	0.200	4.7	9.1	21.7	7.220	0.248
석성천	3.4	6.7	31.2	2.614	0.209	5.4	8.2	17.3	6.022	0.574
성환천	12.4	15.8	40.3	4.648	0.349	13.5	16.3	37.4	11.287	0.446
수철천	3.7	6.6	12.1	2.321	0.164	3.9	5.4	9.2	3.709	0.168
양화	3.4	6.0	12.1	2.562	0.205	5.7	8.9	13.3	4.015	0.127
연기	3.1	6.7	28.3	3.783	0.208	3.8	7.5	15.8	7.010	0.276
온천천	24.7	21.7	20.3	6.897	0.691	29.8	32.0	15.4	10.102	0.735
와룡천	3.3	6.4	12.4	2.824	0.114	3.3	4.8	8.1	3.838	0.078
용수천	2.1	4.2	15.8	1.821	0.074	3.0	3.6	6.3	2.198	0.064
웅천천1	1.7	2.1	3.0	1.788	0.014	1.4	1.8	1.7	1.513	0.011
웅천천2	2.5	4.9	7.2	2.595	0.083	2.1	5.0	4.7	1.982	0.048
원성천	4.5	6.7	16.4	2.689	0.199	6.7	8.5	6.6	4.305	0.268
월하천	2.0	5.3	9.1	2.517	0.114	1.8	3.3	28.0	3.096	0.126
유구천	1.9	3.7	7.6	1.586	0.030	1.9	2.7	3.1	2.065	0.019
유등천A	0.9	2.2	6.6	3.050	0.035	0.9	2.2	4.9	3.691	0.063
은산천	2.5	4.8	15.1	2.217	0.058	3.2	5.3	7.4	2.642	0.076
입장천	3.5	6.8	18.9	2.859	0.168	5.0	9.0	24.3	7.568	0.235
장검천	5.0	8.6	18.8	5.853	0.201	8.8	10.4	14.5	6.569	0.208
정안천	3.1	5.4	16.8	2.703	0.087	4.0	5.8	12.9	3.291	0.113
조천	2.9	4.7	18.0	3.561	0.257	5.2	6.4	9.1	6.067	0.453
지천	1.9	4.1	5.2	2.189	0.041	2.6	3.9	3.3	2.626	0.026
천안천1	15.8	11.9	22.6	5.203	0.465	30.7	23.8	16.6	12.988	0.869
천안천2	13.1	12.4	21.6	8.338	0.787	14.4	15.8	12.1	16.702	0.601
청지천	5.4	9.2	20.6	3.333	0.115	7.4	9.5	12.5	4.119	0.157
태안천	5.8	8.1	12.9	7.714	0.547	4.6	8.3	9.8	10.015	0.967
판교천	3.9	7.4	11.8	2.061	0.091	4.5	7.5	12.6	2.438	0.094

또한, 금강수계 수질오염총량관리제의 기본 및 시행계획수립, 시·군별 시행계획 이행평가 시 측정된 수질과 유량분석의 결과로 주요 하천의 유량과 수질관계를 표현하였다. 이때 활용한 자료는 2007년 6월부터 2009년 3월까지로써 강우로 인하여 하천유량이 크게 증가하여 실측하기 어려운 시기를 제외하고, 22개월 동안 총 60회(연간 30회)를 측정한 결과로 자료는 통계적으로 유의하다. 대상하천은 충청남도 금강수계의 병천천, 용두천, 석성천, 강경천, 논산천, 대교천, 어천, 정안천, 혈저천, 두계천, 용수천, 유구천, 검상천으로 측정위치는 각 하천의 말단 지점이다. 각 측정지점별 하천유량의 최고량을 100%로 설정한 유량순위곡선을 Y축 왼쪽에 표현하고, 유황조건에 따른 각하천의 BOD<sub>5</sub> 농도를 평균하여 Y축 오른쪽에 표현하였다.



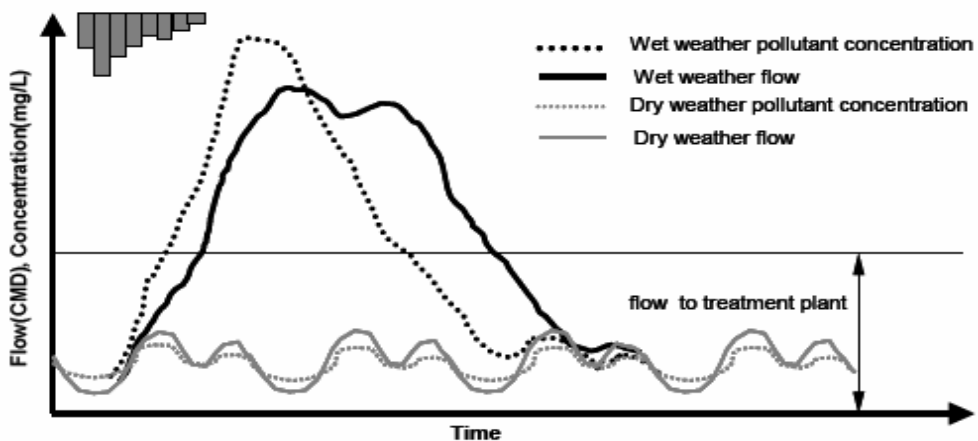
[그림 3-4] 하천유량과 유기물(BOD<sub>5</sub>)농도의 관계도

상기 두 가지의 경우와 같이 유기물(BOD<sub>5</sub>)의 경우 일반적인 하천에서는 유량이 증가할수록 농도가 낮아지고 하천유량이 적은 시기에 농도가 높았다. 대부분의 하천에서 강우로 인한 하천유량이 증가하는 풍수기에는 강우로 인한 비점오염물질의 유출량이 증가하는 비율보다 유량 증가비율이 더 크기 때문에 하천의 농도가 낮아지고, 반대로 강우량이 적어지는 갈수량 시기는 비점오염물질 유출량이 거의 없어지지만 하천유량이 급격히 감소하여 점오염물질의 영향이 지배적으로 나타나기 때문에 유기물 농도가 높아진다.



충청남도 대부분 하천유역에서 풍수기보다 저수기·갈수기에 하천의 유기물 농도가 높아지기 때문에 비점오염물질로 인하여 하천의 유기물농도가 높아진다고 볼 수 없다. 또한, 단위면적당 배출부하 밀도가 매우 낮고, 공공수역의 하천에 실제 유입하여 하천의 수질농도를 좌우하는 기여율로 볼 때, 대부분의 유역은 비점오염물질보다 점오염물질 관리를 우선하여야 한다. 이와 같은 결과로써 단위면적당 배출밀도, 하천유량, 수질농도 등의 여건을 고려하지 않은 채, 단편적인 계산의 결과로 유기물 전체 배출량 중 비점오염원이 차지하는 비율이 높다는 지표를 활용하여 점오염물질 관리보다 우선하여야 한다는 정책은 신중하게 고려하여야 한다.

유역의 여건과 하천수질농도를 고려하지 않은 우리나라의 유기물질 비점오염물질 관리 우선정책은 특수한 몇몇 지역을 제외하고 재평가 되어야 한다. 즉, 비점오염물질의 관리정책은 강우 시 하천유량이 증가함에도 불구하고 오히려 유기물의 농도가 높아져 이수·생태적으로 문제가 발생하는 지역에 국한하여 비점오염물질 저감시설을 설치하거나 관리계획을 수립함이 타당하다. 또한, 비점오염원에서 배출되는 유기물은 주로 도심지역에서 밀도가 높기 때문에 수질오염총량관리제의 관점이 아닌, 물환경관리대책으로 홍수저류지, 빗물이용지 등과 연계한 관리가 요구되고, 특히 도심지역 중심으로 여러 가지 문헌에서 제시하고 있는 바와 같이 강우초기 30분정도까지 집중 배출되어 하천에 순간적인 유기물부하를 유발하여 생태계 교란을 일으키는 사례가 있으므로 이러한 지역은 별도의 초기 유출수 관리방안이 마련되어야 한다.



[그림 3-5] 강우시 비점오염물질 배출특성

## 제2절 비점오염저감시설의 운영실태

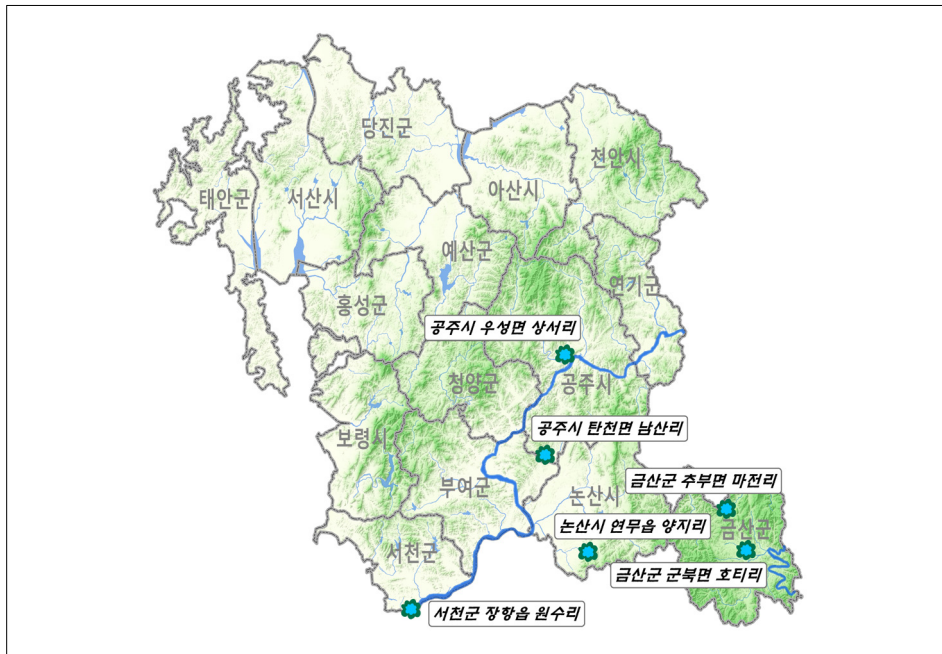
### 1. 조사 대상 및 시기

#### 가. 조사 대상

공공비점오염저감시설의 설치 및 운영현황을 조사하기 위한 대상시설은 금강수계 5개소, 서해수계 1개소로 총 6개시설이다. 이중 환경부의 위탁사업으로 환경관리공단에서 2006년~2008년까지 시범사업으로 설치하여 운영 중인 시설이 4개소이고, '금강수계 물관리종합대책'에 따라 환경부(금강유역환경청)에서 대청호유역의 오염하천을 대상으로 2001~2002년에 설치한 저감시설이 2개소이다.

〈표 3-4〉 조사대상 비점오염물질 저감시설 현황

위치	처리대상	사업면적 (㎡)	저감방식	저감항목	방류수계
공주시 우성면 상서리	농업배수 (벼농사)	24,461	인공습지	BOD <sub>5</sub>	금강중류(유구천)
공주시 탄천면 남산리	농업배수 및 축산배수	8,880	인공습지	BOD <sub>5</sub>	금강하류(석성천)
논산시 연무읍 양지리	축산배수	9,778	인공습지	BOD <sub>5</sub>	금강하류(강경천)
서천군 장항읍 원수리	농공단지 주변배수	441	장치형	BOD <sub>5</sub>	서해 (금강하구언 이후)
금산군 추부면 마전리	하천수	2,321	인공습지	BOD <sub>5</sub> SS	금강상류 (추풍천→대청호)
금산군 군북면 호티리	하천수	1,911	인공습지 (자갈점축산화)	BOD <sub>5</sub> SS	금강상류(봉황천)



[그림 3-6] 조사대상 비점오염물질 저감시설 위치도

#### 나. 조사 시기

현장조사는 2회에 걸쳐 실시하였다. 1차 조사기간은 강우의 영향을 받는 시기로 2009년 7월 18일~20일까지 3일간 실시하였으며, 두 번째 조사기간은 강우의 영향을 받지 않는 시기로 2009년 10월 12일부터 10월 13일까지 2일간에 걸쳐 조사하였다. 1차 조사기간의 7월중 10mm/일 이상의 강우일은 7일, 9일과 11일~16일까지 6일간 연속적이었다. 강우의 영향을 받지 않는 2차 조사 시기는 조사기준일 약 20일전까지 강우량이 없었다.

#### 다. 방법 및 내용

환경부로부터 설치현황에 대한 기본자료를 협조 받아 현장방문 조사를 실시하였다. 조사내용은 비점오염저감시설인 점을 감안하여 연접한 하천 및 주변 여건, 저감시설 유입수 및 방류수 상태 및 시설의 일반적인 상태 등을 종합적으로 조사하였다. 이때 주변하천과 저감시설의 반응조별 계측에 의한 정확한 수질 및 유량은 시범운영기간으로 저감시설을 설치한 환경관리공단에서 저감량 및 저감율을 분석하는 단계에 있고, 또한 본 연구목적과 관련성이 매우 적으므로 육안조사와 관련자 등의 면접조사로 갈음하였다.

## 2. 설치 및 운영관리실태

충청남도지역에 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제53조에 규정에 의한 설치신고 대상으로 신고한 개별비점오염저감시설은 2009년 1월 현재 총 35개시설로 당진군이 12개소로 가장 많고, 아산·서산시가 각각 5개소, 천안·공주·논산·연기·부여·예산·태안 각각 2개소이며, 보령·계룡·금산·청양·홍성·서천지역은 없다. 설치된 개별저감시설 운영실태 조사를 위하여 관리기관인 금강유역환경청에 기본정보를 요청하였으나 개별저감시설의 현황목록 파악과 각각 시설에 대한 세부적인 운영현황을 조사할 수 없었다.

따라서 본 연구과정에서 현장조사를 실시한 공공비점오염저감시설은 총 6개시설이다. 이중 환경부의 위탁사업으로 환경관리공단에서 시범사업으로 설치하여 운영 중인 시설이 4개소이고, 대청호유역의 오염하천을 대상으로 설치한 저감시설이 2개소이다. 조사결과 강우영향시기에는 유량이 급격히 증가함과 동시에 탁도 증가로 유입처리가 어려워 저감시설에 유입을 대부분 차단하고 있었으며, 강우량이 없는 시기는 처리 대상량이 없어 2개 시설은 운영중지 상태이고, 2개의 저감시설은 점오염원인 가축분뇨를 처리하고 있었다. 대청호유역의 오염하천을 대상으로 2002년 금산군에 설치한 저감시설이 2개소는 시설철거 공사 중에 있다. 강우시기와 비강우시를 구분하여 공공비점오염물질 저감시설의 운영실태 조사결과는 다음과 같다.

### 가. 강우시기(1차) 조사결과

#### ① 공주시 우성면 상서리 비점오염물질 저감시설

##### ■ 시설 개요

처리대상은 주로 벼 재배지에서 발생하는 농업배수에 함유된 유기물( $BOD_5$ )을 처리하기 위하여 설치하였다. 처리대상 면적은 논 221ha( $2,210,000m^2$ )이며, 체류시간이 1.2일로 계획된 단형 인공습지 형태이다. 설치기간은 2006. 12~2008. 12까지 2년간으로 사업비는 25.6억 원이 소요되었으며, 연간  $BOD_5$  312kg(제거율 23~65%)저감을 목표로 설치하였다. 2009년 현재 환경관리공단에서 비상주 형태로 운영 중이며, 수질 및 유량분석을 통한 연간 유기물의 저감량을 분석하는 단계에 있다.

〈표 3-5〉 공주 우성 상서리 비점오염물질 저감시설의 개요

구 분	세부 현황		
위 치	우성면 상서리 964일대	사업비	2,564백만원
사업면적	24,461m <sup>2</sup>	처리대상	농업배수
처리방식	인공습지(다단형)	설계유량	0.110m <sup>3</sup> /sec
유역면적	221.0 ha	습지용량 (체류시간)	11,235m <sup>3</sup> (1.2일)
구조물면적	24.0m <sup>2</sup>	방류수역	금강수계 (금강본류)
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생정화식물 : 달뿌리풀, 물억새, 애기부들, 갈대, 줄, 미나리, 연꽃</li> <li>• 주요도입시설 : 팔각정자, 관찰데크, 징검다리, 목책, 안내판, 솟대, 장승</li> <li>• 유지관리도로 : 837m(폭 3.0m)</li> <li>• 유입부 : 유입관로(Φ450mm), 자동버터플라이밸브 · 유량계설 : 1개소</li> <li>• 유출부 : 유출관로(Φ450mm), 역지밸브 · 유량계설 : 1개소</li> <li>• 자동시료채취기 : 유입 및 유출부 2개</li> </ul>		
사업목표	예상 처리효율	BOD <sub>5</sub> 부하 저감량	
	BOD <sub>5</sub> 23~65%	312.1kg/년(0.9kg/일)	

## ■ 처리계통 및 주요시설 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 침강단계, 4단계의 인공습지, 침전지, 유출단계로 설치하였다.



<안내도>



<저감시설 전경>





<유입관로>



<유입량 계측시설>



<인공습지>



<인공습지>



<침전시설 및 방류수위 계측시설>



<방류지점 전경>

[그림 3-7] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진1

#### ■ 운영관리 실태

2008년 12월 완공한, 조사기준일로 1년이 경과되지 않은 시설로 노후설비는 없으며, 운영인력이 상주하지 않는 시설이다. 조사일 까지 저감시설에 유입된 양은 86,267m<sup>3</sup>로 유량계에 기록

되고 있다. 강우일 직후이기 때문에 비점오염물질의 유출이 많아 오염물질저감이 필요하다는 기존 논리와는 달리 유량의 증가로 농업용수로(방수로)의 수질은 매우 깨끗하다. 주변 방수로의 수질이 양호하기 때문에 인공습지에 유입하는 농업배수량이 없었고, 이에 따른 유출수량도 없다.

인공습지 안의 수중에 식재한 식물은 판단컨대 물리·환경적 요인과 성장에 필요한 영양염류(질소 및 인)등의 부족으로 활착이 어려운 상태이다. 저감시설은 유기물의 산화를 주된 목적으로 하고 있고 유기물의 분해는 대부분 수중미생물과 토양미생물에 의해 이루어질 것으로 판단하고 있다.



<유량계>



<수생식물 식재현황>

[그림 3-8] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진2

벼 재배지의 농업배수는 유기물보다는 비료와 농약 등에 의한 질소와 인의 농도에 관점을 두어야 합당하다. 벼농사 특성상 평상시 농업배수는 없고, 대부분 강우시 월류에 의하여 배출한다. 그러나 강우시 유량이 증가하여 수질농도는 낮아질 뿐만 아니라 방수로에 수초가 잘 성장하고 있어 자정작용에 의한 수질농도가 보다 더 낮아져 처리의 필요성이 떨어진다. 또한, 비강우시기는 방수로에는 공급용수 외에 농업배수량이 거의 없어 처리대상 유량이 없게 된다. 환경공학적으로 볼 때, 유기물 저감이 목적이라면 수초에 의한 것보다 수중미생물과 토양미생물의 역할이 크며, 주변의 초지와 긴 방수로의 토양조건 및 수초 그 자체가 농업배수에 포함된 유기물과 영양물질을 분해하는 자연적 조건이 인위적인 습지조성 조건보다 유리할 수도 있다.



저감시설 설치지역은 당초 초지였기 때문에 그 차제가 비점오염물질 저감시설로 역할을 했을 것으로 판단되나, 일부면적은 주차장을 조성함으로써 자연적인 자정기능을 약화시킬 수 있는 조건으로 변화시켰다고 판단한다.



<농경지 주변 방수로>



<처리전 방수로의 수질상태>



<저감시설 주변 초지>



<저감시설 주차장>

[그림 3-9] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진3

## ② 공주시 탄천면 남산리 비점오염물질 저감시설

### ■ 시설 개요

처리대상은 주로 벼 재배지에서 발생하는 농업배수와 상류지역의 돈사사육시설 등에서 빗물에 의해 유출하는 유기물(BOD)을 처리하기 위하여 설치하였다. 비점저감시설의 체류시간은 1.4일로 계획된 다단형 인공습지 형태이다. 설치기간은 2006. 12~2008. 12까지 2년간으로 사업비는 11.5억 원이 소요되었으며, 연간 BOD<sub>5</sub> 2,046kg(제거율 44%) 저감을 목표로 설치하였다. 2009년 현재 환경관리공단에서 비상주 운영 중으로 수질분석 및 연간 유기물의 저감량을 분석하는 단계에 있다.



〈표 3-6〉 공주 탄천 남산리 비점오염물질 저감시설의 개요

구 분	세부내용		
위 치	탄천면 남산리 356-1일대	사업비	1,148백만원
사업면적	8,880m <sup>2</sup>	처리대상	축산폐수, 농업배수
처리방식	인공습지(다단형)	설계유량	0.05m <sup>3</sup> /sec
유역면적	465ha	습지용량(체류시간)	5,997m <sup>3</sup> (1.4일)
구조물 면적	17.4m <sup>2</sup>	방류수역	금강수계 (석성천)
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생정화식물 식재 : 갯버들, 달뿌리풀, 갈대, 미나리, 연꽃</li> <li>• 주요도입시설 : 정자, 관찰데크, 목책, 안내판, 통나무</li> <li>• 유지관리도로 : 310m(폭 3.0m)</li> <li>• 유입부 : 유입관로(Φ450mm), 자동버터플라이밸브 · 유량계실 : 1개소</li> <li>• 유출부 : 유출관로(Φ450mm), 버터플라이밸브 · 유량계실 : 1개소</li> <li>• 자동시료채취기 : 유입 및 유출부 1개</li> </ul>		
사업목표	예상 처리효율	BOD <sub>5</sub> 부하 저감량	
	BOD <sub>5</sub> 44%	2,046kg/년(5.6kg/일)	

#### ■ 시설전경 및 주변 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 침강단계, 인공습지, 침전지, 유출단계로 설치하였다.



<안내도>



<저감시설 전경>



<유입관로>



<전력공급 시설>



<인공습지>



<침전지>

[그림 3-10] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진1

#### ■ 운영관리 실태

2008년 12월 완료한 시설로 노후설비는 없으며, 운영인력이 상주하지 않는 시설이다. 조사일은 강우일 직후이기 때문에 유량의 증가로 하천수의 수질은 매우 깨끗하기 때문에 인공습지에 하천수를 유입처리 않고 있었으며 이에 따른 유출수량도 없다. 다만, 점오염원인 가축분뇨의 유입으로 인공습지의 전단부 상태는 식물성플랑크톤의 다량발생과 탁도가 높은 상태이다.



<가축분뇨 유입>



<처리대상 하천의 수질상태>

[그림 3-11] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진2

강우시 처리대상의 하천유량이 증가하고 수질은 매우 양호하여 처리의 필요성이 떨어진다. 비점오염물질 저감보다는 점오염물질인 축산시설에서 발생하는 가축분뇨를 유입하여 처리하기 때문에 점오염물질을 상당부분 저감할 수 있을 것으로 기대한다. 그렇지만 고농도 유기물을 인공습지에서 처리하기 때문에 악취 및 해충발생 등의 역기능과 고농도처리를 지속할 경우 토양오염과 지하수오염 등으로 이어질 수 있음을 고려하여야 한다. 이와 같이 점오염원인 고농도 유기물을 함유한 경우에는 직접 습지처리방식보다는 정화시설의 방류수수질 기준에 따라 적합하게 처리한 후 방류수는 BOD<sub>5</sub>기준 약 20mg/L이하로 유입되도록 희석 등에 의한 농도를 조절한 후 추가적인 처리를 위하여 인공습지를 활용함이 타당하리라 판단한다.



<가축분뇨 유입>



<습지의 과부하 상태>

[그림 3-12] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진3



### ③ 논산시 연무읍 양지리 비점오염물질 저감시설

#### ■ 시설 개요

처리대상은 둔사시설 주변지역에서 빗물에 의해 공공수역으로 유출할 수 있는 유기물( $BOD_5$ )을 저감하기 위하여 설치하였다. 상류에 대규모로 조성된 양돈단지가 위치하고 있으며 발생한 가축분뇨를 처리하기 위한 공동처리시설로서 정화시설과 퇴비화시설을 설치하여 운영 중에 있다. 그럼에도 불구하고 방류지역의 소하천의 상태는 외관상으로도 수질오염으로 인한 문제가 많은 것으로 판단되어 점오염물질의 특별한 관리가 필요하다고 본다.



<연무 양돈단지 전경>



<방류 소하천의 오염상태>

[그림 3-13] 연무 양돈단지 전경 및 방류하천

비점오염물질저감시설의 설계유량은 일일  $2,000m^3$ /일이며, 체류시간이 2일로 계획된 포기형 인공습지 형태이다. 설치기간은 2006. 12~2008. 12까지 2년간으로 사업비는 16.2억 원이 소요되었으며, 연간  $BOD_5$  1,300kg(제거율 24%) 저감을 목표로 설치하였다. 2009년 현재 환경관리공단에서 비상주 운영 중으로 수질분석 및 연간 유기물의 저감량을 분석하는 단계에 있다.

〈표 3-7〉 논산 연무 양지리 비점오염물질 저감시설의 개요

구 분	세부내용		
위 치	연무읍 양지리 124일대	사업비	1,619백만원
사업면적	9,778.0m <sup>2</sup>	처리대상	축산배수
처리방식	장치형 + 인공습지(포기형)	설계유량	0.023m <sup>3</sup> /sec
유역면적	11.0ha	습지용량 (체류시간)	4,006m <sup>3</sup> (2.0일)
구조물면적	38.86m <sup>2</sup>	방류수역	금강수계 (강경천)
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 처리계통 : 유입 - 스크린 - 침사조 - 인공습지 - 방류</li> <li>• 스크린조(3.0 × 2.0 mH) : 자동스크린</li> <li>• 침사조(D2.0m) : 원형침사조</li> <li>• 수생정화식물 식재 : 달뿌리풀, 물억새, 애기부들, 연꽃, 바이오갈대</li> <li>• 주요도입시설 : 관찰데크, 징검다리, 목책, 안내판</li> <li>• 유지관리도로 : 577m(폭 3.0m)</li> <li>• 유입부 : 유입관로(Φ450mm), 자동버터플라이밸브 · 유량계실 : 1개소</li> <li>• 유출부 : 유출관로(Φ450mm), 역지밸브 · 유량계실 : 1개소</li> <li>• 자동시료채취기 : 유입 및 유출부 2개</li> </ul>		
사업목표	예상 처리효율	BOD <sub>5</sub> 부하 저감량	
	BOD <sub>5</sub> 24%	1,299.9kg/년(3.6kg/일)	

■ 시설전경 및 주변 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 스크린, 침사조, 다단계 인공습지(포기형), 유출단계로 설치하였다.



<인공습지> <유출단계-방류조>  
[그림 3-14] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진1

## ■ 운영관리 실태

2008년 12월 완료한 시설로 노후설비는 없으며, 운영인력이 상주하지 않는 시설이다. 축산 시설주변의 비점오염물질을 저감하기 위한 시설이라기보다는 정화시설에서 법정기준 농도이

하로 처리하였거나, 또는 미처리된 가축분뇨와 축사주변에서 유출되는 점오염물질을 처리하기 위한 시설이라 할 수 있다.

고농도의 가축분뇨가 유입되어 있어 인공습지 안은 색도, 탁도가 높은 상태이며, 내부에 차수시설을 설치하지 않았다면 인공습지 주변의 토양오염과 지하수오염이 우려될 만한 수준으로 여겨진다. 상류지역에 위치한 연무양돈단지에서 발생하는 가축분뇨는 법률에서 정하는 방류수질 기준이하로 자체 정화처리 하거나 액·퇴비로 활용될 수 있도록 관리하여야 함이 필연적이다. 또한, 축산시설 주변은 가축분뇨가 빗물에 의하여 유출되는 양이 최소화되도록 주변 정리 및 관리를 하여야 한다. 이러한 선결조건 하에 강우시 잔여물에 한하여 인공습지에 유입하여 처리함을 원칙으로 하여야 하며, 필요시 인공습지의 유기물 저장에 대한 균형이 상실되지 않는 범위 안에서 정화시설 방류수 일부를 유입 처리함이 타당하다.



<고농도 가축분뇨 유입>



<양돈단지 소류하천 가축분뇨유출>

[그림 3-15] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진2

#### ④ 서천군 장항읍 원수리 비점오염물질 저감시설

##### ■ 시설 개요

처리대상은 장항농공단지에서 발생하는 비점 유기물( $BOD_5$ )을 처리하기 위하여 설치하였다. 일일  $12,400m^3$ 를 처리할 수 있는 시설용량으로 설치한 장치형 시설이다. 설치기간은 2006. 12~2008. 12까지 2년간으로 사업비는 8.3억 원이 소요되었으며, 연간  $BOD_5$  480kg(제거율 37%) 저감을 목표로 설치하였다. 2009년 현재 환경관리공단에서 비상주 운영 중으로 수질분석 및 연간 유기물의 저감량을 분석하는 단계에 있다.



〈표 3-8〉 서천 장항 원수리 비점오염물질 저감시설의 개요

구 분	세부내용		
위 치	장항읍 원수리 437-3	사업비	828백만원
사업면적	441.0m <sup>2</sup>	처리대상	농공단지 비점오염물질
처리방식	장치형	설계유량	0.143m <sup>3</sup> /sec
유역면적	26.0ha	방류수역	충남서해
구조물면적	107.16m <sup>2</sup>		
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 처리계통 : 유입 → 침사조 → 여과조 → 집수조 → 방류</li> <li>• 침사조(D2.5 × 3.6mH) : 원형침사조</li> <li>• 여과조(15m × 3.0m × 4.1mH) : 발효목편을 이용한 여과방식</li> <li>• 집수조(1.5m × 3.0m × 4.1mH)</li> <li>• 유입부 : 유입관로(Φ450mm), 자동버터플라이밸브 · 유량계실 : 1개소</li> <li>• 유출부 : 유출관로(Φ450mm), 역지밸브실 : 1개소</li> <li>• 자동시료채취기 : 유입 및 유출부 2개</li> </ul>		
사업목표	예상 처리효율	BOD <sub>5</sub> 부하 저감량	
	BOD <sub>5</sub> 37%	480.4kg/년(1.3kg/일)	



## ■ 시설전경 및 주변 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 침사조, 여과조 및 유출단계로 설치하였다.



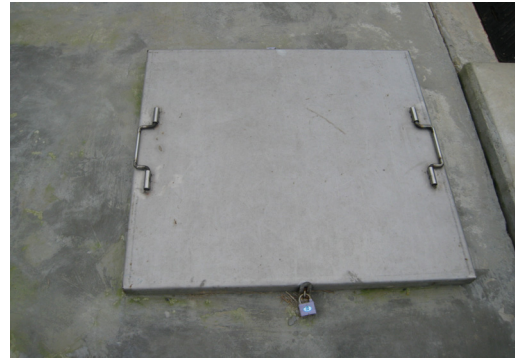
<안내도>



<저감시설 전경>



<유입관로>



<침사시설>



<발효목편 여과시설>



<서해 연안 방류토구>

[그림 3-16] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진1

## ■ 운영관리 실태

2008년 12월 완료한 시설로 설비는 없으며 운영인력이 상주하지 않는 시설이다. 장항농공단지부지 안에서 발생하는 비점오염물질을 저감하기 위한 시설이지만, 조사일 기준 총 5,036m<sup>3</sup>의 유입량을 표시하고 있었으며, 강우가 있는 후 2일이 경과한 후에 조사했으나 시간당 2.4m<sup>3</sup>이 유입되고 있으므로 공장주변의 비점오염물질 유입보다는 주변 지하수가 우수관로에 유입되고 있다고 판단된다. 실제 유입단계인 침사조 및 여과조를 확인한 결과 육안으로 판단이 가능할 정도로 유입 수는 매우 많았다.

강우시 농공단지에서 유입되는 초기우수만을 유입할 수 있도록 유입시간으로부터 약 30분이 지나면 유입수를 자동적으로 차단하는 장치가 필요하고 저류시설은 초기우수를 저류할 수 있는 충분한 용량이 필요하다. 현재 초기우수만을 저류할 수 있는 시설이 갖추어지지 않은 것으로 판단되어 강우 이후 지속적으로 지하수가 유입되고 있어 이에 대한 시설개선이 요구된다. 또한 10mm 이상 강우고 일수가 연간 30~40일 정도로 비점오염물질 처리기간이 매우 짧고 나머지 기간은 저감시설을 활용할 수 없는 시설이 되므로 연접한 농공단지 폐수종말처리장 유출수의 추가처리를 위한 시설로 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

또한, 하류 약 100m 지점의 연안 쪽으로 물억새 습지가 잘 발달되어 있기 때문에 저감시설을 운영하지 않고도 자연저감이 가능할 것으로 판단되므로 이를 활용하는 방안도 고려할 수 있다.



<유량계-지하수 유입>



<방류지점 자연습지 전경>

[그림 3-17] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진2

⑤ 금산군 추부면 추풍천 비점오염물질저감시설

■ 시설 개요

환경부(금강유역환경청)의 ‘금강수계물관리종합대책’의 일환으로 대청호 유역의 수질오염 하천을 대상으로, 환경관리공단에서 환경부의 위탁사업(시공사 : 일산종합건설(주), (주)지오엔바 이로)으로 추진하였다. 상류지역의 주요 오염원으로는 추부면 소재지, 중부대학교와 농경지 등이 위치하고 있으며, 현재 추부면공공하수처리시설을 공사 중에 있다.

〈표 3-9〉 금산 추부 추풍천 비점오염저감시설의 개요

구 분	세부 현황		
위 치	추부면 마전리 5-2	사업면적	2,321m <sup>2</sup> (시설면적 1,500m <sup>2</sup> )
처리방식	인공습지	처리대상	하천수, 농업배수
설계유량	일평균용량(8,000m <sup>3</sup> /일) (최소:6000최대:10,000)	방류수역	대청호(추풍천)
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유입시설 : 유입트렌치 (하천수 및 농업용수)</li> <li>• 펌프실 : 제1펌프실(조목스크린 및 세목스크린, 수위계, 수중펌프)</li> <li>• 조목 및 세목스크린, 제2펌프실(수위계, 수중펌프)</li> <li>• 유입분배조 : pH 및 탁도감지 장치</li> <li>• 인공습지시설 : 습지여상(제1습지, 제2습지), 산기시설, 집수정</li> <li>• 유출시설 : 중간방류조, 최종방류조, 방류수로 및 pond</li> <li>• 슬러지처리시설</li> </ul> ※자동계측기 : 수위, DO,수온, pH, 유량, 탁도		
사업목표	처리효율		
	BOD <sub>5</sub> 65%, SS 70%		



## ■ 시설전경 및 주변 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 스크린시설, 인공습지, 유출단계로 설치하였다.



<방류하천 및 방류토구>



<저감시설 전경>



<제1 인공습지>



<제2 인공습지>

[그림 3-18] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진1

## ■ 운영관리 실태

2001년에 환경관리공단에서 설치를 완료한 시설로서 현재는 금산군에서 관리하고 있으며, 운영인력은 비상주 형태이다. 추풍천에 유입되는 추부면 소재지 지역의 점오염물질과 비점오염물질을 저감하기 위하여 하천수와 농업배수를 처리하는 시설이다. 그러나 하천수와 연접한 농경지 배수의 수질농도가 낮아 유입 처리시 인공습지 안의 수생식물 성장에 한계를 보이고 있다. 현재는 가동을 하지 않고 있는 실정이다.



<수생식물 고사>



<관리동 및 인공습지>

[그림 3-19] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진2

일반적인 하천에서 나타나는 공통적인 사항으로 강우시 추풍천은 적은 강우조건에서도 갈 수기보다 유량이 증가하여 유기물 농도가 낮아져 처리할 이유가 적어지고 많은 강우량에서는 유기물의 문제보다는 토사류 유출에 의한 탁도 관리 등 치수대책이 우선되어야 한다. 강우시 처리대상 하천수 및 농경지 배수의 수질농도가 낮아 수생식물에 의한 흡수에 의한 방법은 한계를 보이는 듯하다. 다만, 낮은 농도의 유기물을 추가적으로 분해시키기 위해서는 토양미생물 또는 수중미생물을 이용할 수 있는 집축방법을 개선하는 방법으로 콘크리트 구조물 등을 과감히 철거하여 생태뉴지로 개선함이 타당하리라 판단한다. 또한, 추부면 공공하수처리시설이 공사 중에 있기 때문에 궁극적으로는 추풍천을 자연형 하천으로 관리함으로써 오염물질 자정율을 향상시킬 때, 추풍천의 수질개선 및 대청호의 저비용 고효율로 수질개선을 기대할 수 있다고 본다.

#### ⑥ 금산 군북 기사천 비점오염물질저감시설

##### ■ 시설 개요

환경부의 ‘금강수계물관리종합대책’의 일환으로 대청호 유역의 수질오염하천을 대상으로 수질개선사업을 2002년도에 시행하였다. 환경관리공단에서 환경부의 위탁사업(시공사 : 효성에바라환경엔지니어링(주), (주)유성건설)으로 추진하였다. 저감시설의 상류지역의 주요 오염원은 금성면 소재지와 농경지가 있다.

〈표 3-10〉 금산 군북면 기사천 비점오염저감시설의 개요

구 분	세부 현황		
위 치	군북면 호티리 787-1 일대	사업면적	1,911㎡
처리방식	인공습지(자갈접촉산화)	처리대상	하천수
설계유량	계획처리용량:12,000㎥/일	방류수역	금강상류(봉황천)
주요시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 취수보</li> <li>• 유입설비(취수보, 유입관로, 유입펌프)</li> <li>• 유입차단 게이트실</li> <li>• 침사지</li> <li>• 인공습지 : 인공습지, 산기시설(산기관, 송풍기)</li> <li>• 방류수조</li> </ul> ※자동계측기 : 수위, DO, 수온, pH, 유량, 탁도		
사업목표	예상 방류농도		삭감율
	유입수질 : BOD <sub>5</sub> 7.8mg/L, SS 5~30mg/L		BOD <sub>5</sub> 60%, SS 60%

■ 시설전경 및 주변 현황

저감시설의 주요 처리계통은 유입단계, 스크린시설, 인공습지, 유출단계로 설치하였다.



<저감시설 주변전경>



<관리동 시설>





<유입펌프>



<유입관>



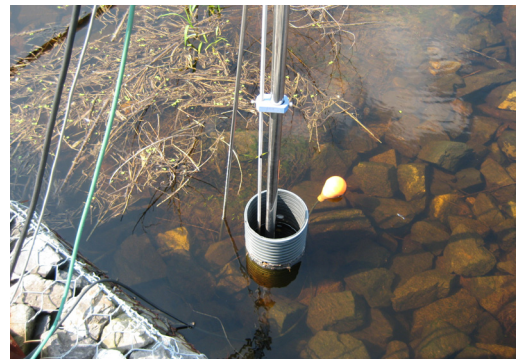
<인공습지>



<공기공급 시설>



<계측시설>



<유출관>

[그림 3-20] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진1

#### ■ 운영관리 실태

2002년에 환경관리공단에서 설치를 완료한 시설로 현재는 금산군에서 관리하고 있으며, 운영인력은 비상주 형태이다. 봉황천 제1지류인 기사천에 유입된 금성면 지역의 점오염물질과

비점오염질을 저감하기 위하여 하천수를 처리하는 시설이다. 그러나 하천수와 연결한 농경지 유입수의 수질농도가 낮아 유입 처리지 인공습지 안의 수생식물 성장에 한계를 보이고 있다. 현재는 가동을 하지 않고 있는 실정이다.



<수생식물 고사>



<기사천 토사유출>

[그림 3-21] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진2

추풍천과 마찬가지로 기사천은 적은 강우조건에서도 유량이 증가하여 유기물 농도가 낮아져 처리할 이유가 적어지고 많은 강우량에서는 유기물의 문제보다는 토사류 유출에 의한 탁도 관리가 우선되어야 한다. 처리대상 하천수 및 농경지 배수의 수질농도가 낮아 수생식물 및 자갈접촉 산화에 의한 분해방법은 단위 재화투여당 효율 면에서는 합리적이지 않다.

근본적으로 기사천의 수질은 풍수기 보다는 저수기 및 갈수기에서 나빠지게 되고, 이는 대부분 금성면 소재지의 점오염원인 생활하수이기 때문에 면단위 공공하수처리시설 설치가 시급하다고 본다. 그 외 점오염원인 가축분뇨의 관리와 농경지 비점오염물질 관리를 위해서는 비료와 농약 살포량 관리가 필요하다. 궁극적으로 점오염물질 배출량 저감 후 현재 설치된 비점오염물질저감시설을 과감히 철거하고, 기사천을 자연형 하천으로 조성·관리함으로써 오염물질 자정작용을 향상시킬 수 있도록 유역을 관리함이 바람직하다고 본다.

#### 나. 2차 조사(비 강우시기)결과 설치 및 운영관리문제

##### ① 공주시 우성면 상서리 비점오염물질 저감시설

농업배수처리를 목적으로 설치한 비점오염물질 저감시설로 주변지역은 벼 재배를 위한 논경지가 대부분이며, 벼 수확시기인 현재는 농업배수량이 없기 때문에 저감시설에 유입하는 농



업배수량이 없는 실정이다. 따라서 저감시설에는 증발 및 침투에 의한 방류수위가 낮아져, 방류량도 없는 상태이다. 또한, 도심 외 지역으로 관찰자가 거의 없어 저감시설에 설치한 관찰 Deck, 주변도로, 조경시설, 주차장 등의 실효성은 다소 떨어질 것으로 여겨진다.



<저감시설 및 주변 농경지 전경>



<방류구보다 낮아진 수위>

[그림 3-22] 공주 우성 상서리 저감시설 현황사진4

## ② 공주시 탄천면 남산리 비점오염물질저감시설

상류지역의 농업배수와 가축사육시설에서 빗물에 의해 유출하는 유기물을 처리하기 위하여 설치하였으나, 비강우기에는 연접한 소하천의 유수량이 거의 없는 상태이기 때문에 대부분 가축사육시설의 배수(점오염원)와 소하천 유수를 혼합하여 저류하고 있다. 연접한 소하천의 경우 오히려 저감시설보다 수초가 더 많이 성장하고 있는 실정이다. 또한, 저감시설에 설치한 관찰 Deck, 주변도로, 조경시설, 주차장 등의 실효성은 다소 떨어질 것으로 여겨진다.



<저감시설 및 가축분뇨 유입>



<연접지역 소하천 수초대>

[그림 3-23] 공주 탄천 남산리 저감시설 현황사진4

### ③ 논산시 연무읍 양지리 비점오염물질 저감시설

비점저감시설의 설치목적은 점오염원인 연무양돈단지의 1차 처리한 축산배수를 처리목적으로 설치하였다. 엄밀하게는 비점오염원저감시설이라기 보다는 인공습지형의 점오염물질 처리시설이라 분류하는 것이 타당하다. 1차 조사 때와는 달리 주변 소하천의 수질(색도, 악취 등)은 상당부분 개선되었음이 육안으로도 확연히 구분되었다. 대부분 점오염물질을 대상으로 하고 있기 때문에 강우량에 관계없이 처리한 방류수가 소하천에 유출되고 있다.



<저감시설의 방류구상태>



<방류지점 소하천>

[그림 3-24] 논산 연무 양지리 저감시설 현황사진3

### ④ 서천군 장항읍 원수리 비점오염물질저감시설

장항농공단지 사업장 주변 및 도로 등에서 발생한 비점 유기물(BOD<sub>5</sub>)이 빗물에 의하여 공공수역으로 유출되는 양을 저감하기 위하여 설치한 시설로, 비강우 시기에는 유입량이 없기 때문에 저감시설은 운영이 잠정적으로 중단될 수밖에 없다.



<저감시설의 운영 임시중단>



<저감시설의 점검상태>

[그림 3-25] 서천 장항 원수리 저감시설 현황사진3



#### ⑤ 금산군 추부면 추풍천 비점오염물질저감시설

1차 조사결과에서 밝혀둔 바와 같이 하천수와 연접한 농경지 배수의 수질농도가 낮아 유입 처리시 인공습지 안의 수생식물 성장에 한계를 보일 정도이며, 가동을 하지 않고 있기 때문에 토양미생물 또는 수중미생물을 이용할 수 있는 집축방법을 개선하는 방법으로 콘크리트 구조물 등을 과감히 철거하여 생태습지로 개선함이 타당하리라 판단된다. 2차 조사시기에 확인결과 비강수기로 연접한 추풍천의 유량이 많지 않다. 주변 농경지의 농업배수량도 없다. 콘크리트 구조물을 철거과정에 있으며, 금산군에 확인결과 생태습지 등 녹지공간으로 조성할 계획으로 파악되었다.



<추풍천 전경>



<철거과정의 저감시설>

[그림 3-26] 금산 추부 마전리 저감시설 현황사진3

#### ⑥ 금산 군북 기사천 비점오염물질저감시설

1차 조사결과에서는 근본적으로 기사천의 수질은 풍수기 보다는 유량이 적어지는 시기에 나빠지게 되고, 이는 대부분 금성면 소재지의 점오염원인 생활하수이기 때문이다. 따라서 먼단위 공공하수처리시설을 설치하고 저감시설은 과감히 철거한 후 기사천을 자연형 하천으로 조성·관리함이 바람직 할 것으로 제시한바 있다.

비강우시기에 2차 조사결과 금성면 소재지를 비롯한 주변의 생활하수를 차집하여 처리하기 위한 공공하수처리시설 공사를 위하여 기존시설을 철거하는 과정에 있으며, 철거 후 동일 장소에 먼단위 공공하수처리시설을 설치할 예정이다.



<저감시설 철거과정>



<연접한 기사천>

[그림 3-27] 금산 군북 호티리 저감시설 현황사진3

## 제4장 비점오염물질 저감시설의 설치방안

### 제1절 비점오염물질 관리개념의 재정립

#### 1. 비점오염물질 배출량 산출방안

##### 가. 비점오염원 관리범위

우리나라 환경정책의 기본이 되는 “환경정책기본법”에서 ‘환경오염’이라 함은 ‘사업활동 기타 사람의 활동에 따라 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 해양오염, 방사능오염, 소음·진동, 악취, 일조방해 등으로서 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태’로 규정하고 있다. 즉, 사업활동 및 사람의 활동에 의하지 않고 발생한 자연오염까지 규정하지 않고 있다.

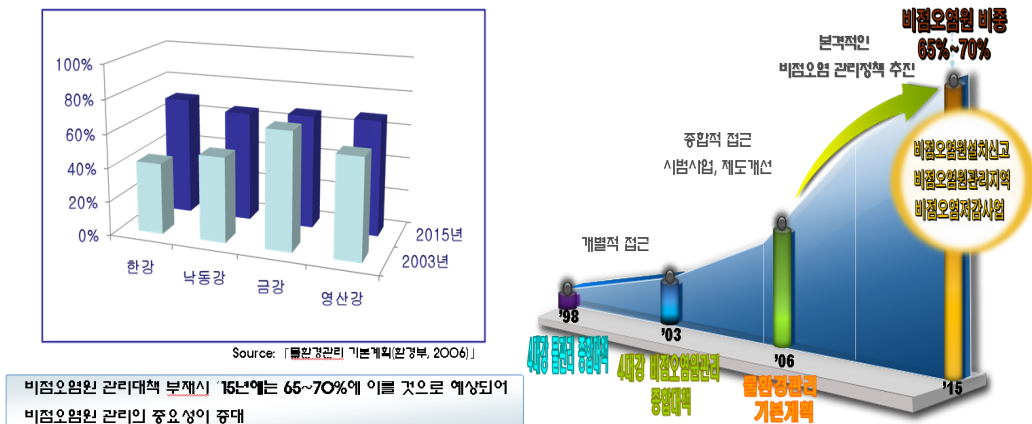
이와 같은 법리적 논거가 적용된다면 인공적인 활동에도 불구하고 배출량이 매우적어 오염이 발생했다고 볼 수 없거나 사업활동 및 사람의 활동에 의하지 않은 임야, 초지, 하천 등은 비점오염원에 포함되지 않아야 함이 타당하다. 또한, 산림, 초지 등은 유기물을 발생시키는 발생원인 동시에 자정작용으로 오염물질 배출량을 상당부분 저감하게 되어 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태가 아니다. 따라서 발생량과 자정작용에 의한 저감량과 비교시 자정률이 높으면 비점오염원이라기보다는 저감원으로 구분되어야 함이 타당하다. 특히, 농·어·산촌 지역의 도로에서 우기시 비점오염물질의 배출량이 존재한다 하더라도 유출지역이 초지와 농경지로 구성되어 대부분이 저감된다면 해당지역은 비점오염물질 배출지역으로 구분되어서는 안 된다. 이러한 이유 등으로 유역관리에 있어서 특별한 지역을 제외한 토지이용형태별 유기물비점오염원의 관리대상은 주로 공장밀집지역과 도심지역 등에 한정함이 바람직하다.

##### 나. 비점유기물의 과다 산정사례

환경부에서 발간한 자료를 포함한 각종 자료에서 1일 기준량으로 공공수역에 배출하는 유

기물(BOD<sub>5</sub>)량의 약 40~70%(2003년 기준, 환경부) 정도가 비점오염물질 배출량이라 하고 있고, 수질오염총량관리제 시행에 따라 산정한 단위유역별 유기물 비점배출부하량은 70~90%까지 달하는 것으로 산정하고 있다. 또한, 향후 2015년에 비점오염원의 배출비율이 더욱 크게 증가할 것으로 전망하고 있으나 현실적으로는 탁도 외에 유기물의 경우 비점배출부하량의 절대량은 크게 증가할 수 없는 토지이용 구조이다. 즉, 임야, 농지 등 발생원단위가 낮은 토지가 발생부하량 원단위가 큰 대지 및 공장용지 등이 현재보다 2배이상 증가하지 않는 한, 발생부하량 역시 2배이상 증가할 수 없으며, 자연 현상적으로 비점오염물질 배출량 비율이 단시간에 큰 폭으로 증가하기란 한계성이 따르게 마련이다.

판단컨대, 대지 및 공장용지 등이 크게 증가하여 비점배출부하량이 급격히 증가한다는 의미보다는 오히려 점오염물질 저감정책을 우선하여 오염물질 배출량을 현격하게 줄이려는 목표로 인하여 점오염물질을 상당부분 저감하기 때문에 배출총량이 줄어들어 결국 공공수역의 수질은 개선될 수 있고, 이는 비점오염물질 양의 절대량 증가율이 아니라 총 배출량 중 점오염물질이 현격히 감소되기 때문에 비점오염물질이 차지하는 비율이 상대적으로 증가한다는 의미로 해석함이 오히려 현실적이라 할 수 있다.



자료 : 환경부, 비점오염원 홍보홈페이지(<http://nonpoint.me.go.kr>)

[그림 4-1] 비점오염물질 배출비율 전망

비점유기물 배출량은 토지이용의 형태별 유역특성에 따른 강우 시간대별 우수유출량과 그 농도를 직접 실측하여 산정하기 보다는 대부분의 경우 ‘수계오염총량리기술지침(국립환경과학원, 2008.9)’에 의하여 산정한다. 그러나 기술지침에 따라 추정방식에 의한 비점배출부하량 산정방법에 있어서 다음과 같은 문제점으로 실제배출량과 많은 차이를 유발할 수 있는 문제점을 내포하고 있는 것이 사실이다. 첫째, 비점오염물질 중 유기물과 영양물질 등이 토양미생물에 의한 분해, 광산화, 식물흡수, 지하유출 등으로 발생된 매우 많은 유기물 양이 감소하여 배출됨에도 불구하고 감소량이 없이 모두 1년 동안 강우에 의한 100%가 공공수역으로 유출된다는 가정 하에 산출하는 관계식은 재정립되어야 한다. 둘째, 강우량과 비점오염물질 배출량의 관계식을  $y=ax+b$ 의 형태로써 강수량의 증가율에 따라 비점오염물질 배출량이 같은 비율로 증가하는 관계식은 재검토되어야 한다. 셋째, 가축분의 경우 점오염배출물질로 산정한 후 유기질비료 및 퇴·액비로 농지에 환원될 때, 비점오염배출물질로 산정하는 등 이중으로 산정하고 있는 관계식은 수정되어야 한다. 넷째, 비점오염물질 발생 및 배출량을 1일 단위로 규정하고 있지만 하천으로 유출할 수 있는 10mm/일 강우일은 40일 정도(이중 20일은 치수대책으로 실제 비점오염물질 관리기간은 20일 정도)로 365일 중 325일 정도는 비점유출과 관련이 없음에도 불구하고, 월별 산정된 전체량을 해당일수로 나누어 매일 배출된다는 가정 하에 산출하는 관계식은 논리적 모순이다.

#### 다. 비점유기물의 산출과정의 문제점

하천 등에서 비점유기물이 공공수역에 이르는 양을 실측에 의하지 않고, 또는 실제적으로 배출되고 있지 않은 날까지 포함하여 배출된다는 가정으로 산출하는 경우, 공공수역에 이르지 않아 수질농도 결정요인과 관련성이 없는 일수와 양까지 포함함에 따라 수질농도 증가의 원인을 비점오염물질이라 단정할 수밖에 없고, 비점오염물질 저감을 통하여 수질을 개선해야 한다는 결론에 도달하게 된다. 이러한 결론을 토대로 실제 비점오염물질 삭감을 위한 시설을 설치하는 경우, 대부분의 경우 강수량이 없기 때문에 처리하여야 할 비점오염물질이 없어 그 시설은 무용지물이 될 수밖에 없고, 강우로 인하여 비점유기물의 배출 일에는 하천유량이 많아져 수질농도가 낮아지지만 설치한 저감시설을 운영해야 하는 등의 모순으로 예산낭비는 물론 궁극적인 수질개선을 기대할 수 없게 된다.

비점오염원에서 배출하는 유기물 배출량을 하천유량 변화에 따른 허용가능한 유기물 양을 고려하지 않고, 공공수역에 비점오염물질이 산정식에 따라 과다하게 유입된다는 가정 하에 비점오염물질 저감정책에 치중해야 한다는 결론을 도출하여 점오염원(생활하수, 가축분뇨, 산업폐수 등)관리보다 비점오염원관리에 우선하는 정책과 예산의 집중적인 투자로 점오염원에 대한 집중적인 기술개발과 저감시설설치 및 시설개선에 소홀히 할 수 있음을 경계해야 한다. 충청남도 입장에서 보면, 현실적으로 공공수역의 오염원인은 대부분 점오염원에 해당하는 생활하수<sup>주2)</sup>와 가축분뇨이기 때문에 이에 대한 관리방안에 집중되어야 한다.

#### 라. 호소 및 저류지 등

비점오염물질 저감시설로 인공호소(생활·농업·공업·조경 등), 홍수저류지, 공공하수처리시설(합류식 하수관거)의 초기우수 침전지 등 우수를 저류하는 시설 등은 비점오염저감시설로서 매우 큰 역할을 하고 있으나, 비점오염저감시설에 포함되지 않거나 저감량 등을 별도로 산정·관리하지 않기 때문에 이에 대한 조사와 결과의 반영이 필요하다.

## 2. 비점오염원 관리의 개선방안

#### 가. 비점오염물질의 발생량과 배출량

유기물의 비점오염원은 “환경정책기본법”에서 규정하고 있는 바와 같이 사업 활동 및 사람의 활동에 의한 지역인 농경지, 도로 및 철도, 대지, 공장용지(산업단지)에 한정하여야 한다. 또한, 이러한 토지이용 지역에서도 비도시지역은 주변지역이 초지 등으로 구성 되어있어 공공수역에 까지 이르는 양이 없기 때문에 대상지역에서 제외하고, 결국 도시지역 중 대지, 도로, 공장용지 지역과 비도시지역의 공장지대에 한정하여야 한다.

유기물 배출량 산정에 있어서 강수량 및 지속시간에 따라 강수일의 총배출량을 산정하되, 연간량을 합산하거나 평균하는 것은 정책적으로 큰 의미가 없으므로 강수조건에 따른 강수일의 배출량상태와 공공수역의 특성 그 차체를 진단하여 관리방안을 마련하여야 한다.

---

주2) 생활하수 처리율 : 2007년 12월 기준으로 전국평균이 87%인데 반하여 충청남도는 59%로 전국 시·도 가장 낮음



#### 나. 점과 비점오염물질의 분류

가축사육농가에서 배출되는 미처리 가축분뇨, 양식장 유출수, 매립장 침출수, 농·어촌 지역 등 처리되지 않은 생활하수 등과 합류식 하수관거에서 강우시 설계량을 초과하여 하천으로 흘러드는 오수·하수 등 미처리된 점오염물질을 포괄적으로 비점오염물질로 분류하는 사례가 종종 있다. 그러나 학술적 의미와 법률정의에서 비점오염물질이라 함은 일정한 지점에서 연중 고정적으로 배출하는 점오염물질과 달리, 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정장소에서 불특정하게 유출되는 오염물질로 한정하고 있기 때문에 점오염원의 관리소홀로 인하여 결과적으로 비점화된 점오염물질의 원천을 비점오염원으로 분류하여 배출부하량을 산정하는 것은 유역관리 정책에 혼선을 초래할 수 있으므로 분류체계를 명확하게 확립하여야 한다.

#### 다. 오염항목별 비점오염원 관리

비점오염물질 배출량관리에 있어서 유역의 수질오염문제 원인 특성에 따라 유기물을 관리 대상으로 할 것인지, 아니면 토사류, 기름류, 중금속류를 관리할 것인지, 또는 이를 복합적으로 할 것인지를 하천유역별로 항목별 목표를 설정하여 관리하여야 한다.

충청남도의 경우 단위면적당 BOD<sub>5</sub>발생량은 천안시 동지역, 연기군 조치원읍, 계룡시, 논산시 동지역 및 강경읍 지역 등 대지화율이 높은 읍 이상 시가지 유역하천 중에서 강우시 하천의 유기물농도가 관리목표보다 높아지는 유역에 대하여 비점오염원관리지역을 지정하고, 비점오염물질 저감시설은 단위면적당 발생부하량이 많은 지역을 중심으로 설치함이 타당하다.

#### 라. 법률적·과학적 토대로 관리

“수질 및 수질생태계 보전에 관한법률”에 따르면 비점오염원 설치신고와 함께 저감시설의 설치는 기본적으로 환경영향평가대상인 대규모 사업이거나 사업장 부지면적이 10,000m<sup>2</sup>이상이므로 제철시설, 섬유염색시설 등 16업종에 한정하고 있으나, 규모와 업종에 관계없이 사업의 인가과정에서 과도한 비점오염물질 저감시설 설치조건 부여에 따라 설치하고 있는 시설이 상당수에 이르고 있다.

유역특성을 고려하지 않고 공공비점저감시설을 설치하거나 법률적인 기준에 의한 개별비점저감시설 설치의무 대상규모 미만이지만 환경영향평가와 사전환경성 검토시 조건부로 대부분

설치를 권고하고 있으며, 특히 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체별에서는 지역개발부하량 확보의 수단으로 공공비점오염물질 저감시설을 무분별하게 추진하고 있는 실정이다. 공공수역의 수질개선은 하천유량이 많고 수질농도가 높은 유역에 우선적으로 집중해야 하고 점(생활하수, 가축분뇨, 산업폐수 등)과 비점원의 실제적인 오염기여율에 따라 합리적인 대책이 마련되어야 한다. 즉, 배출되는 비점오염물질 관리의 궁극적인 목적은 하천의 수질농도를 낮추려는 것이고, 하천의 수질농도 결정은  $L/Q=Xmg/L$ 란 원리를 고려한다면 강우유출량을 포함한 하천유량의 증가율보다 비점오염물질 배출량 증가율이 큰 유역이어야 한다. 따라서 비점오염저감시설 설치에 수질오염총량관리제를 적용하여 설치함은 바람직하지 않으며 “수질 및 수질생태계 보전에 관한법률”에서 정하고 있는 대상사업에 대하여 비점저감시설을 설치하여야 한다. 그 외 비점오염원관리지역으로 지정된 지역 안에서 오염물질 배출특성을 조사·분석하여 특정사업에 대하여 저감시설 설치를 권고해야 한다.

#### 마. 수질오염총량제의 개발계획 부하량

2004년부터 본격적인 수질총량관리제 실시이후 개발계획량을 확보하기 위한 수단으로 일일 배출량이 많은 것으로 산정된 비점오염유기물을 저감하기위하여 비점저감시설을 무분별하게 계획하거나 설치하고 있는 실정이다. 이는 비점오염물질을 저감하면 수질농도가 낮아진다는 전제가 있을 때 가능한 것이다. 하천까지 도달하는 수질오염물질을 줄이면 수질개선은 자명한 사실이다. 그렇지만 하천과 호소까지 도달하지 않고 자정능력 범위에 있는 유기물을 저감한다 해도 수질개선에는 효과적이지 못하다. 즉, 수질오염물질 저감방안에 있어서 효과성과 경제성을 고려하지 않을 수 없다. 뿐만 아니라 유량이 풍부해지는 시기에는 기준유량 조건의 증가율만큼 허용량도 같은 비율로 많아지기 때문에 수질오염물질을 보다 더 많이 배출한다 하더라도 수질농도는 낮아지므로 이러한 유황여건을 고려하지 않는 수질개선 방안은 바람직하지 않다.

수질오염총량관리제는 단위유역별 목표수질을 설정하고, 총량대상 수질항목이 설정한 목표수질을 달성할 수 있도록 허용배출허용량을 산정하여 관리하는 제도이다. 제도의 시행에 있어서 목표수질은 연간 모두 달성을 전제로 허용배출허용량을 산정하는 것이 아니라 사회적 현상과 행정적·기술적 여건을 고려하여 특정시기를 기준으로 한다. 하천의 수질은 유기물의 배출부하량과 더불어 유량과 매우 밀접한 관계가 있고, 동일 배출조건에서는 유량에 따라 수질농

도가 결정되기 때문에 하천 유량이 감소하여 수질이 나빠지는 갈수기를 기준유량으로 설정하여야 하지만 자칫 불확실성으로 인한 과도한 오염물질 삭감으로 인한 예산낭비와 유역 내 오염물질 배출자에게 지나친 규제로 이어질 수 있기 때문에 대부분 최대한 나빠지는 갈수기보다 완화된 저수량( $Q_{275}$ )를 기준유량으로 설정하고 있다. 즉, 기준유량이 저수량이라면 목표수질을 만족일수는 연간 75%인 275일이고, 기준유량 이하의 25%기간인 90일 동안은 목표수질을 달성하지 못하는 것을 전제로 제도를 시행하는 것이다.

이와 같이 목표수질 만족을 위한 유기물의 허용배출량 산정에 있어서 저수량을 기준유량으로 설정하고 있으며 저수량 유역조건으로 산정된 유기물의 발생량, 배출량, 유달량의 관계에서 허용배출량이 산정되어 목표수질을 만족하는 조건이라면 그 이상의 유황에서는 유량이 큰 폭으로 증가하기 때문에 목표수질을 만족하게 된다. 저수량을 기준으로 허용배출량을 산정시 유역조건은 강수량이 없는 시기로 비점오염원의 배출부하량이 거의 없기 때문에 수질총량관리제와 비점배출부하량의 관련성이 매우 적게 된다. 따라서 충청남도 금강수계의 경우 수질오염총량관리제 시행 이후의 지역개발부하량 확보의 수단으로 비점오염물질 저감시설을 설치하는 사례는 신중히 고려되어야 한다.

## 제2절 저감시설의 설치방안

### 1. 시설설치의 기본방향

‘금강수계 물관리종합대책’에서 비점오염물질이 하천 및 호소 수질에 미치는 영향을 전체의 20~30%인 이내로 추정하고 있는 것과는 달리, 이후 점오염원물질을 획기적으로 저감하기 위한 시설을 설치하지 않았음에도 불구하고 수질오염총량관리제 도입에 따라 비점오염물질 배출량이 단위유역별 약 70~90%로 산정되고 있다는 것은 현실적으로 납득하기가 어려운 결과이다. 비점오염물질의 관리대책은 충청남도 시·군별 분석결과와 금강대책에서 제시하고 있는 것처럼 비점오염물질의 관리는 도시지역과 공업지역 및 축산시설 밀집지역에 정책이 집중되어야 하고, 그 외 체류시간이 긴 호소상류 유역에 관심을 두어야 한다.

비점배출부하량 저감시설 설치의 기본방향은 도시지역을 중심으로 치수목적의 방재조정지와 이수목적(빗물이용)의 지하침투시설 기능을 동시에 수행할 수 있도록 다목적 우수저류지의 설치가 바람직할 것으로 판단한다. 또한, 기존 합류식 공공하수처리시설에서 초기우수를 저류하여 처리함은 물론, 도시 내 청결 관리 등에 주안점을 두는 것이 타당하다. 농업지역은 저감시설 설치보다는 화학비료 사용을 줄이고 가축분뇨자원화를 통해 질소·인 등 영양물질 공급, 농약·화학비료 저투입 벼농사 확대 등 친환경농업 확대를 추진함이 바람직하다. 사업장 비점오염물질 최소화를 위해서는 화학, 목재, 광산 등 강우에 의해 오염물질이 공공수역에 유입될 가능성이 있는 업종, 즉 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제53조에서 규정하고 있는 일정 규모 이상의 비점오염물질을 유발하는 시설에 한하여 설치토록 함이 타당하다.

이와 같이 법률적 절차에 따라 비점오염물질 저감시설을 관리함에도 불구하고 비점오염원에서 유출되는 강우유출수로 인하여 강우시 수질오염이 심화되어 하천·호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우에 한하여 일정유역을 비점오염원관리지역으로 지정하여 보다 더 과학적이고 현실적으로 관리하기 위하여 법률적 토대로 공공저감시설과 개별저감시설을 설치토록 할 수 있다

## 2. 공공저감시설의 설치

공공수역의 비점오염물질만을 대상으로 저감시설을 설치하는 경우 비점오염물질 배출일 수가 많지 않고, 비점오염물질 배출 일에는 강우량에 의하여 동시에 유량이 함께 증가하기 때문에 유기물농도가 낮아지는 것이 일반적이다. 따라서 공공비점저감시설은 도시지역을 중심으로 규모가 큰 공공하수처리시설에 1차침전지를 설치하여 초기우수를 처리하는 방안을 적극 권장하며, 또는 홍수조절지를 설치하여 홍수조절은 물론 동시에 비점오염물질을 저감하는 방안이 바람직하다.

한편, 농·어촌 지역에서 비점유기물에 의한 문제보다는 생활하수와 가축분뇨 등 점유기물 관리의 부실로 하천과 호소 등이 오염되는 경우가 있다. 이러한 농·어촌지역에서 점유기물을 제외하고 비점유기물을 한정하여 처리하기 위한 공공비점유기물 저감시설은 설치비용과 효율적인 측면에서 상당한 문제가 있기 때문에 소하천의 오염으로 저감시설의 설치가 필요한 경우라면 1차 처리한 저농도의 가축분뇨, 인구감소지역이 전망되고 인구밀도가 낮아 공공하수처리시설을 설치할 수 없는 지역의 생활하수 등 점유기물과 병행처리 함이 타당하다. 설치방법은 고농도의 점오염물질 유입이 없이 저농도의 비점오염물질 저감시설을 설치하는 경우라면 가급적 기계시설 및 토목구조물을 설치하지 않는 자연상태에 가까운 습지형태가 바람직하다. 그러나 점유기물과 고농도의 비점유기물을 함께 저감하는 시설로 유입수의 농도가 지나치게 높은 경우에는 토양오염과 지하수 오염으로 이어질 수 있기 때문에 저감시설의 하부에 차수설비 설치를 고려해야 한다.



<정화형 습지>



<생강형 습지>

[그림 4-2] 자연형 습지형태 사진

### 3. 개별저감시설의 설치

개별비점오염물질 저감시설의 설치는 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제53조에 비점 오염원의 설치신고·준수사항·개선명령 등을 규정하고, 도시의 개발사업, 산업입지 및 산업단지의 조성사업, 비점오염원에 의한 오염을 유발하는 사업으로서 “환경영향평가법” 시행령 별표 1의 제3호부터 제17호까지에 해당하는 사업 등은 사업장 면적과 관계없이 비점오염물질 저감시설을 설치하여야 하고, 사업장 부지면적이 10,000㎡이상인 제철시설, 섬유염색시설은 폐수배출시설의 설치와 관계없이 비점오염물질 저감시설을 설치하여야 하며, 그 외 사업장으로 목재 및 나무제품 제조업 등 시행령 74조 4항에서 규정하는 업종<sup>주3)</sup>은 부지면적 10,000㎡이상으로 폐수배출시설을 설치하는 경우에 한하여 비점오염물질 저감시설을 설치하도록 규정하고 있다.

이와 같은 법률적인 기준에 의한 개별비점저감시설 설치의무 대상규모가 명료함에도 불구하고, 설치신고 의무대상 미만의 사업장의 경우에도 환경영향평가와 사전환경성 검토시 유역여건을 고려하지 않은 채, 대부분의 사업자는 사업승인을 받기위하여 스스로 비점오염저감시설의 설치계획서를 제출하거나, 승인권자의 검토 및 협의과정에서 대부분 저감시설설치를 조건부로 권고하고 있는 실정이다. 또한, 유기물을 중심으로 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체에서는 지역개발부하량 확보의 수단으로 공공비점오염물질 저감시설을 무분별하게 설치를 계획하거나 개별비점저감시설 설치의무를 부여하고 있는 실정이다.

유역의 수질여건을 고려한다면 무분별하게 개별적인 비점저감시설은 효율성 저하뿐만 아니라 강우시 유역수질 여건을 고려한다면 단위재화 투여당 실질적인 수질개선에 큰 도움이 되지 않기 때문에 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제53조에 비점오염원의 설치신고 대상이거나, 강우유출수로 인하여 하천 호소 등의 이용목적, 주민의 건강·재산이나 자연생태에 중대한 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있어 비점오염원관리지역으로 지정된 지역이 아니라면

주3) 「통계법」 제22조에 따른 표준분류 중 목재 및 나무제품 제조업, 펄프·종이 및 종이제품 제조업, 코크스·석유정제품 및 핵연료 제조업, 화학물 및 화학제품 제조업, 고무 및 플라스틱제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 제1차 금속산업, 석탄, 원유 및 우라늄 광업, 금속 광업, 비금속광물 광업(연료용은 제외한다), 음·식료품 제조업, 전기업, 가스업 및 증기업, 도매업 및 상품 중개업, 하수처리업, 폐기물처리업 및 청소 관련 서비스업

환경영향평가, 사전환경성검토, 수질오염총량관리제 등의 이유로 유기물저감을 위한 개별비점오염 저감시설 설치는 바람직하지 않다.

개별비점유기물 저감시설 설치는 초기우수를 집수하여 유기물질을 저감하기위하여 물리·화학적으로 처리하는 장치형 시설로 저감하기란 운영과정의 어려움과 효율성 측면 등에서 바람직하지 않을 수 있으므로 특별한 사유가 없는 한, 자연형 형태로 녹지공간 조성계획 등과 병행하여 계획함이 바람직 할 것으로 판단한다.

## 제5장 결론 및 제언

### 1. 요약 및 결론

유기물 중심의 하천수질관리에 있어서 비점오염물질 관리정책은 수질상태와 단위면적당 배출량, 강우여건 등 유역특성을 충분하게 고려하여야 한다. 단지 비점유기물질의 배출총량이 많다는 점에 초점을 맞추어 배출량을 관리하려는 단편적인 정책 때문에 비점유기물 저감시설이 무용지물 되거나 저감시설의 설치 효과를 잃게 되어 예산낭비를 초래하고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고 법률적인 기준에 의한 개별비점저감시설 설치의무 대상규모 미만이지만 환경영향평가와 사전환경성 검토시 조건부로 대부분 설치를 권고하고 있으며, 특히 수질오염총량관리제가 시행되는 자치단체에서는 지역개발부하량 확보의 수단으로 공공부문과 개별비점저감시설을 계획하고 있는 실정이다. 따라서 충청남도 비점오염관리의 정책방향을 재정립하기 위하여 시범사업으로 설치하여 운영 중인 비점오염저감시설 4개소와 대청호유역의 오염하천을 대상으로 설치한 저감시설이 2개소에 대한 운영관리 실태를 조사하였다. 연구과정에서 밝혀진 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 4대강 대책에서 비점오염물질 배출부하량이 전체 부하량의 20~30%정도일 것으로 추정한 것과는 달리 공공수역 수질농도에 미치는 기여율 보다는 최근에 수질오염총량제도 도입에 따라 단위유역별 비점배출부하량이 70~90%정도 차지하는 것으로 산출된 결과는 가축분뇨, 양식장 유출수, 매립장 침출수, 생활하수 등 미처리된 점오염물질을 비점오염물질에 포함하는 등 분류체계가 명확하지 않거나, 실측에 의하지 않고 비점오염물질 배출량을 산정함에 있어서 산정식 자체가 유역의 오염물질 배출특성을 현실적으로 반영하지 못한 결과로 판단된다.

둘째, 충청남도의 토지단위면적당 유기물발생량은 천안시 동지역, 연기군 조치원읍, 계룡시, 논산시 동지역 및 강경읍 지역 등이 비교적 많고, 대부분 대지화 비율이 높은 읍 이상의 지역이 많이 발생한다. 이러한 지역은 강우시 하천의 수질상태를 비교하여 비점오염원관리지역 지



정을 검토할 대상지역이며, 또한, 비점오염물질 저감시설은 이와 같이 단위면적당 발생부하량이 많은 지역과 강우시 수질농도가 높은 유역 등을 중심으로 설치함이 타당하다.

셋째, 환경부 수질측정망과 수질총량관리제 시행을 위한 하천모니터링 결과를 분석한 결과 대부분의 하천에서 강우로 인한 하천유량이 증가하는 풍수기에는 강우로 인한 비점오염물질의 유출량이 증가하는 비율보다 유량 증가비율이 더 크기 때문에 하천의 농도가 낮아지고, 반대로 강우량이 적어지는 갈수량 시기는 비점오염물질 유출량이 거의 없어지지만 하천유량이 급격히 감소하여 점오염물질의 영향이 지배적으로 나타나기 때문에 유기물 농도가 높아진다. 즉, 충청남도 대부분 하천유역에서 풍수기보다 저수기·갈수기에 하천의 유기물 농도가 높아지기 때문에 비점오염물질로 인하여 하천의 유기물농도가 높아진다고 볼 수 없으므로 일반적인 하천유역은 비점오염물질보다 점오염물질 관리를 우선하여야 한다.

넷째, 충청남도에 설치한 공공비점오염저감시설은 총 6개시설이다. 이중 환경부의 위탁사업으로 환경관리공단에서 시범사업으로 설치하여 운영 중인 시설이 4개소이고, 대청호유역의 오염하천을 대상으로 설치한 저감시설이 2개소이다. 현지조사결과 강우영향시기에는 유량이 급격히 증가함과 동시에 탁도 증가로 유입처리가 어려워 저감시설에 유입을 대부분 차단하고 있었으며, 강우량이 없는 시기는 처리 대상량이 없어 2개 시설은 운영중지 상태이고, 2개의 저감시설은 점오염원인 가축분뇨를 처리하고 있었다. 대청호유역의 오염하천을 대상으로 2002년 금산군에 설치한 저감시설이 2개소는 시설철거 공사 중에 있다.

다섯째, 비점저감시설 설치의 기본방향은 도시지역에 치수목적의 방재조정지와 이수목적(빗물이용)의 지하침투시설 기능을 동시에 수행할 수 있도록 다목적 우수저류지를 설치함이 타당하다. 또한, 기존 합류식 공공하수처리시설에서 초기우수를 저류하여 처리함은 물론, 도시내 청결 관리 등에 주안점을 두는 것이 타당하다. 농업지역은 저감시설 설치보다는 화학비료 사용을 줄이고 가축분뇨자원화를 통해 질소·인 등 영양물질 공급, 농약·화학비료 저투입 벼농사 확대 등 친환경농업 확대를 추진함이 바람직하다.

여섯째, 농·어촌 지역에서 비점유기물에 의한 문제보다는 대부분 생활하수와 가축분뇨 등 점유기물 관리의 부실로 하천과 호소 등이 오염되는 경우가 있다. 이러한 농·어촌지역에서 점유기물을 제외하고 비점유기물을 한정하여 처리하기 위한 공공비점유기물 저감시설은 설치비용과 효율적인 측면에서 상당한 문제가 있기 때문에 소하천의 오염으로 저감시설의 설치가 필요한 경우라면 1차 처리한 저농도의 가축분뇨, 인구감소지역이 전망되고 인구밀도가 낮아

공공하수처리시설을 설치 할 수 없는 지역의 생활하수 등 점유기물과 병행처리 함이 타당하다. 저감시설은 가급적 기계시설 및 토목구조물을 설치하지 않고, 토양미생물을 활용할 수 있는 자연상태에 가까운 정화형 습지가 바람직하다고 판단한다.

## 2. 정책제언

비점오염물질 관리는 저감시설의 설치에 앞서 발생원 자체관리가 가장 효율적이고 이를 위해서는 환경부서 뿐만 아니라 도시, 건설, 산업, 농림 등 관련 부서에서의 적극적인 참여가 필요하다. 비점오염물질은 점오염물질과 달리 대부분 강우시 지표를 흘러 하천 및 호소에 유입되므로 강우의 강도와 양, 토질과 같은 자연적인 조건과 토지이용현황, 건기동안 지표에 누적된 오염물질의 종류와 양, 인구·개발 밀도 등의 인위적인 조건에 큰 영향을 받으며, 토지이용과 인구밀도 등에 따라 지역별 발생 및 배출특성이 크게 달라지므로 최적관리방안을 마련하기 위해서는 토지이용에 따른 비점오염의 특성을 파악할 필요가 있다.

일부 내용은 법률과 관련지침 및 환경부 정책에 반하는 내용을 수록하고 있지만, 대부분 농·어촌지역의 충청남도 유역현실을 고려하여 연구한 사항이기 때문에 현실적이고 합리적인 사항에 대하여 정책에 반영할 수 있도록 하고, 필요하다면 비점오염원 및 수질오염총량관리제의 관련 법률과 지침 등이 함께 개정되길 희망하면서 다음과 같이 제언한다.

첫째, 비점오염원의 수질오염물질 관리대상 항목은 대부분의 유역에서 현행처럼 유기물질 중심이 아닌 해당유역에서 유출되는 강우유출수로 인하여 하천·호소 등의 이용목적 그리고 주민의 건강·재산이나 자연생태에 위해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 항목(토사, 영양물질, 금속물질, 유기물, 협잡물)에 대하여 수질기준과 저감목표를 분명하게 설정하고 유역조건에 합당한 관리방안을 마련함이 바람직하다.

둘째, 비점오염원에서 배출하는 유기물 배출량을 특정방법에 허용 가능한 유기물 양을 고려하지 않고, 공공수역에 비점오염물질이 과다하게 유입된다는 가정 하에 비점오염물질 저감정책에 치중해야 한다는 결론을 도출하여 점오염원(생활하수, 가축분뇨, 산업폐수 등)관리보다 비점오염원관리를 우선하는 정책과 국가예산의 집중적인 투자로 생활하수, 가축분뇨, 산업폐

수 등 점오염원에 대한 집중적인 기술개발과 시설설치 및 시설개선에 소홀히 할 수 있음을 경계해야 한다.

셋째, 공공수역에 이르는 비점유기물 양을 실측에 의하지 않고, 또는 실제적으로 배출량이 없는 날까지 포함하여 배출된다는 가정으로 산출하는 경우, 수질농도 증가의 원인을 비점오염 물질이라 단정할 수밖에 없고, 비점오염물질 저감을 통하여 수질을 개선해야 한다는 결론에 도달하게 된다. 이러한 결론을 토대로 실제 비점오염물질 저감을 위한 시설을 설치하는 경우, 대부분의 경우 강수량이 없기 때문에 처리하여야할 비점오염물질이 없어 그 시설은 무용지물이 될 수밖에 없고, 강우로 인하여 비점유기물의 배출 일에는 하천유량이 많아져 수질농도가 낮아지지만 설치한 저감시설을 운영해야하는 등의 모순으로 예산낭비는 물론 궁극적인 수질 개선을 기대할 수 없게 되므로 현행 비점오염물질 배출량산정방식은 개선되어야 한다.

넷째, 강우시 비점오염물질은 유역별 특성에 따라 다소간의 차이는 있으나 대부분 초기강우 시점부터 약 30분까지 집중적으로 배출되므로 이러한 배출특성을 고려한 저감방안을 고려하여야 하여야 한다. 또한, 비점오염원의 발생 및 배출지역은 자연상태인 산림 및 초지지역 등을 제외하고 농경지, 도로 및 철도, 대지, 공장용지(산업단지)등 사업활동 및 사람의 활동에 의하여 실제적으로 비점오염물질 발생지역에 한정하여야 한다.

다섯째, 가축사육농가에서 배출되는 미처리 가축분뇨, 양식장 유출수, 매립장 침출수, 농·어촌 지역 등 처리되지 않은 생활하수 등과 합류식 하수관거에서 강우시 설계량을 초과하여 하천으로 흘러드는 오수·하수 등 미처리되어 비점화된 점오염물질을 비점오염원으로 분류하여 배출부하량으로 산정하는 것은 유역관리 정책에 혼선을 초래할 수 있으므로 분류체계를 명확하게 확립하여야 한다.

여섯째, 비점오염원관리지역으로 지정하지 않은 지역에서 법률적인 기준에 의한 개별비점 저감시설 설치의무 대상규모 미만이지만 환경영향평가와 사전환경성 검토시 조건부로 설치를 권고하는 것은 바람직하지 않다. 또한, 금강수계의 경우 유역의 현실적인 특성을 고려하지 않고 수질오염총량관리제에 따라 지역개발부하량을 확보하기 위한 수단으로 비점오염물질 저감 시설을 설치하는 사례는 신중히 고려되어야 한다.

### 3. 연구의 한계

본 연구는 충청남도에 시범사업으로 설치한 공공비점저감시설의 6개 시설에 대한 운영현황 조사결과에 불과한 사항이다. 연구를 계획하는 단계에서 개별저감시설을 포함하여 현황조사를 추진하였으나 신고대상 개별비점오염저감시설 및 환경영향평가·사전환경성검토 각종 개발추진 과정에서 조건부로 설치한 비점오염 저감시설을 관리하는 금강유역환경청에서 현황목록을 제공하기 어려움을 표현하여 운영현황 실태를 조사하지 못했다. 따라서 본 연구에서 다루어진 공공비점저감시설의 현황조사 결과가 우리나라 및 충남지역의 비점저감시설 운영현황을 대표한다 할 수 없으며, 개별비점오염물질 저감시설의 세부적인 운영현황을 포함하여 포괄적으로 다루지 못한 점은 이 연구의 한계점으로 남기 때문에 후속 연구에서 다루어지길 희망한다.

## 참고문헌

1. 환경부, 주요 비점오염원에 대한 효과적인 관리방안, 2005.10
2. 환경부, 비점오염원관리 업무편람, 2006.12
3. 관계부처합동, 4대강 비점오염원관리 종합대책, 2004. 3
4. 환경부, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(법률 제8976호), 2008.3
5. 환경부, 물환경정보시스템, 수질측정망(<http://water.nier.go.kr/potal/weis/all.htm>)
6. 환경부·환경관리공단, 비점오염원(<http://nonpoint.me.go.kr/index.jsp>)
7. 국립환경과학원, 수계오염총량관리기술지침, 2004
8. 외국의 수질총량관리제도(미국 TMDL 제도 소개), 국립환경과학원, 2005
9. 수질오염총량관리자료집 Part I-Vol. 1, 미국에서의 영양물질 TMDL, 국립환경과학원, 2004
10. 오염총량관리제도 해설, 환경부 유역제도과, 2004
11. 오염총량관리제의 외국사례, 국립환경과학원, 2004
12. Roy, K. (2007) "Water Resources in Relation to Major Agro-Environmental Issues in Japan" Journal of Developments in Sustainable Agriculture, 2, 27-34.
13. Novotny, V., Brown, P. (2007) Cities of the Future, IWA Publishing, London, 456 pp.

## 부록1. 비점오염저감시설의 설치기준

(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙[별표 17])

### 1. 공통사항

- 가. 비점오염저감시설을 설치하려는 경우에는 설치지역의 유역 특성, 토지이용의 특성, 지역사회 수인가능성(불쾌감, 선호도 등), 비용의 적정성, 유지·관리의 용이성, 안정성 등을 종합적으로 고려하여 가장 적합한 시설을 설치한다.
- 나. 시설을 설치한 후 처리효과를 확인하기 위한 시료채취나 유량측정이 가능한구조로 설치하여야 한다.
- 다. 침수를 방지할 수 있도록 구조물을 배치하는 등 시설의 안정성을 확보한다.
- 라. 강우가 설계유량 이상으로 유입되는 것에 대비하여 우회시설을 설치하여야 한다.
- 마. 비점오염저감시설이 설치되는 지역의 지형적 특성, 기상 조건, 그 밖에 천재지변이나 화재, 돌발적인 사고 등 불가항력의 사유로 제2호에 따른 시설 유형별 기준을 준수하기 어렵다고 유역환경청장 또는 지방환경청장이 인정하는 경우에는 제2호에 따른 기준보다 완화된 기준을 적용할 수 있다.
- 바. 비점오염저감시설은 시설 유형별로 적절한 체류시간을 갖도록 하여야 한다.
- 사. 비점오염저감시설의 설계규모 및 용량은 다음의 기준에 따라 초기 우수(雨水)를 충분히 처리할 수 있도록 설계하여야 한다.
  - 1) 해당 지역의 강우빈도 및 유출수량, 오염도 분석 등을 통하여 설계규모 및 용량을 결정하여야 한다.
  - 2) 해당 지역의 강우량을 누적유출고로 환산하여 최소 5밀리미터 이상의 강우량을 처리할 수 있도록 하여야 한다.
  - 3) 처리 대상 면적은 주요 비점오염물질이 배출되는 토지이용면적 등을 대상으로 한다. 다만, 비점오염저감계획에 비점오염저감시설 외의 비점오염저감대책이 포함되어 있는 경우에는 그에 상응하는 규모나 용량은 제외할 수 있다.

### 2. 시설유형별 기준

#### 가. 자연형 시설

##### 1) 저류시설

- 가) 자연형 저류지는 지반을 절토·성토하여 설치하는 등 사면의 안전도와 누수를 방지하기 위하여 제반 토목공사 기준을 따라 조성하여야 한다.
- 나) 저류지 계획최대수위를 고려하여 제방의 여유고가 0.6미터 이상이 되도록 설계하여야 한다.
- 다) 강우유출수가 유입되거나 유출될 때에 시설의 침식이 일어나지 아니하도록 유입

- 유출구 아래에 웅덩이를 설치하거나 사석(砂石)을 깔아야 한다.
- 라) 저류지의 호안(湖岸)은 침식되지 아니하도록 식생 등의 방법으로 사면을 보호하여야 한다.
- 마) 처리효율을 높이기 위하여 길이 대 폭의 비율은 1.5 : 1 이상이 되도록 하여야 한다.
- 바) 저류시설에 물이 항상 있는 연못 등의 저류지에서는 조류 및 박테리아 등의 미생물에 의하여 용해성 수질오염물질을 효과적으로 제거될 수 있도록 하여야 한다.
- 사) 수위가 변동하는 저류지에서는 침전효율을 높이기 위하여 유출수가 수위별로 유출될 수 있도록 하고 유출지점에서 소류력이 작아지도록 설계한다.
- 아) 저류지의 부유물질이 저류지 밖으로 유출하지 아니하도록 여과망, 여과쇄석 등을 설치하여야 한다.
- 자) 저류지는 퇴적토 및 침전물의 준설이 쉬운 구조로 하며, 준설을 위한 장비 진입도로 등을 만들어야 한다.
- 2) 인공습지
  - 가) 인공습지의 유입구에서 유출구까지의 유로는 최대한 길게 하고, 길이 대 폭의 비율은 2 : 1 이상으로 한다.
  - 나) 다양한 생태환경을 조성하기 위하여 인공습지 전체 면적 중 50퍼센트는 얇은 습지(0~0.3미터), 30퍼센트는 깊은 습지(0.3~1.0미터), 20퍼센트는 깊은 못(1~2미터)으로 구성한다.
  - 다) 유입부에서 유출부까지의 경사는 0.5퍼센트 이상 1.0퍼센트 이하의 범위를 초과하지 아니하도록 한다.
  - 라) 물이 습지의 표면 전체에 분포할 수 있도록 적당한 수심을 유지하고, 물 이동이 원활하도록 습지의 형상 등을 설계하며, 유량과 수위를 정기적으로 점검한다.
  - 마) 습지는 생태계의 상호작용 및 먹이사슬로 수질정화가 촉진되도록 정수식물, 침수식물, 부엽식물 등의 수생식물과 조류, 박테리아 등의 미생물, 소형 어패류 등의 수중생태계를 조성하여야 한다.
  - 바) 습지에는 물이 연중 항상 있을 수 있도록 유량공급대책을 마련하여야 한다.
  - 사) 생물의 서식 공간을 창출하기 위하여 5종부터 7종까지의 다양한 식물을 심어 생물 다양성을 증가시킨다.
  - 아) 부유성 물질이 습지에서 최종 방류되기 전에 하류수역으로 유출되지 아니하도록 출구 부분에 자갈쇄석, 여과망 등을 설치한다.
- 3) 침투시설
  - 가) 침전물(沈澱物)로 인하여 토양의 공극(孔隙)이 막히지 아니하는 구조로 설계한다.
  - 나) 침투시설 하층 토양의 침투율은 시간당 13밀리미터 이상이어야 하며, 동절기에 동결로 기능이 저하되지 아니하는 지역에 설치한다.

다) 지하수 오염을 방지하기 위하여 최고 지하수위 또는 기반암으로부터 수직으로 최소 1.2미터 이상의 거리를 두도록 한다.

라) 침투도랑, 침투저류조는 초과유량의 우회시설을 설치한다.

마) 침투저류조 등은 비상시 배수를 위하여 암거 등 비상배수시설을 설치한다.

#### 4) 식생형 시설

길이 방향의 경사를 5퍼센트 이하로 한다.

#### 나. 장치형 시설

##### 1) 여과형 시설

가) 시설의 제거효율, 공사비 및 유지관리비용 등을 고려하여 저장용량, 체류시간, 여과재 등을 결정하여야 한다.

나) 여과재 통과수량을 고려하여 여과 면적과 여과 깊이 등을 설계한다.

##### 2) 와류형(渦流形) 시설

가) 입자성(粒子性) 수질오염물질을 효과적으로 분리하기 위하여 와류가 충분히 형성될 수 있도록 체류시간을 고려하여 설계한다.

나) 입자상 수질오염물질의 침전율을 높일 수 있도록 수면적 부하율을 최대한 낮추어야 한다.

다) 슬러지 준설을 위한 장비의 반입 등이 가능한 구조로 설계한다.

##### 3) 스크린형 시설

가) 제거대상 물질의 종류에 따라 적절한 크기의 망을 설치하여야 한다.

나) 슬러지의 준설을 위한 장비의 반입 등이 가능한 구조로 설계한다.

##### 4) 응집·침전 처리형 시설

가) 단시간에 발생하는 유량을 차집(遮集)하기 위하여 저감시설 앞 단에 저류조를 설치한다.

##### 5) 생물학적 처리형 시설

가) 미생물 접촉시설에 이들 수질오염물질이 유입하지 아니하도록 여과재 또는 미세스크린 등을 이용하여 토사 및 헛잡물을 제거하여야 한다.

나) 미생물 접촉시설은 비가 오지 아니할 때에도 미생물정화기능이 유지되도록 설계한다.



## 부록2. 비점오염저감시설의 관리·운영기준

(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙[별표 18])

### 1. 공통사항

- 가. 설치한 저감시설의 보존상태와 주변부의 여건, 상황 등을 파악하여 시설물의 기능을 유지하기 어렵거나 어렵게 될 우려가 있는 부분을 보수하여야 한다.
- 나. 슬러지 및 협잡물 제거
  - 1) 저감시설의 기능이 정상상태로 유지될 수 있도록 침전부 및 여과시설의 슬러지 및 협잡물을 제거하여야 한다.
  - 2) 유입 및 유출 수로의 협잡물, 쓰레기 등을 수시로 제거하여야 한다.
  - 3) 준설한 슬러지는 「폐기물관리법」에 따른 기준에 맞도록 처리한 후 최종 처분하여야 한다.
- 다. 정기적으로 시설을 점검하되, 장마 등 큰 유출이 있는 경우에는 시설을 전반적으로 점검하여야 한다.
- 라. 주기적으로 수질오염물질의 유입량, 유출량 및 제거율을 조사하여야 한다.
- 마. 시설의 유지관리계획을 적절히 수립하여 주기적으로 점검하여야 한다.
- 바. 사업자는 제75조제1항에 따라 비점오염저감시설을 설치한 경우에는 지체 없이 그 설치내용, 운영내용 및 유지관리계획 등을 유역환경청장 또는 지방환경청장에게 서면으로 알려야 한다.

### 2. 시설유형별 기준

#### 가. 자연형 시설

##### 1) 저류시설

저류지의 침전물은 주기적으로 제거하여야 한다.

##### 2) 인공습지

가) 동절기(11월부터 다음 해 3월까지를 말한다)에는 인공습지에서 말라 죽은 식생(植生)을 제거·처리하여야 한다.

나) 인공습지의 퇴적물은 주기적으로 제거하여야 한다.

다) 인공습지의 식생대가 50퍼센트 이상 고사하는 경우에는 추가로 수생식물을 심어야 한다.

라) 인공습지에서 식생대의 과도한 성장을 억제하고 유로(流路)가 편중되지 아니하도록 수생식물을 잘라내는 등 수생식물을 관리하여야 한다.

마) 인공습지 침사지의 매물 정도를 주기적으로 점검하여야 하고, 50퍼센트 이상 매물될 경우에는 토사를 제거하여야 한다.

### 3) 침투시설

가) 토양의 공극이 막히지 아니하도록 시설 내의 침전물을 주기적으로 제거하여야 한다.

나) 침투시설은 침투단면의 투수계수 또는 투수용량 등을 주기적으로 조사하고 막힘 현상이 발생하지 아니하도록 조치하여야 한다.

### 4) 식생형 시설

가) 식생이 안정화되는 기간에는 강우유출수를 우회시켜야 한다.

나) 식생수로 바닥의 퇴적물이 처리용량의 25퍼센트를 초과하는 경우에는 침전된 토사를 제거하여야 한다.

다) 침전물질이 식생을 덮거나 생물학적 여과시설의 용량을 감소시키기 시작하면 침전물을 제거하여야 한다.

라) 동절기(11월부터 다음 해 3월까지를 말한다)에 말라 죽은 식생을 제거·처리한다.

### 나. 장치형 시설

#### 1) 여과형 시설

가) 전(前) 처리를 위한 침사지(沈砂池)는 저장능력을 고려하여 주기적으로 헐집물과 침전물을 제거하여야 한다.

나) 시설의 성능을 유지하기 위하여 필요하면 여과재를 교체하거나 침전물을 제거하여야 한다.

#### 2) 와류(渦流)형 시설

침전물의 저장능력을 고려하여 주기적으로 침전물을 제거하여야 한다.

#### 3) 스크린형 시설

망이 막히지 아니하도록 망 사이의 헐집물 등을 주기적으로 제거하여야 한다.

#### 4) 응집·침전 처리형 시설

가) 다량의 슬러지(sludge) 발생에 대한 처리계획을 세우고 발생한 슬러지는 「폐기물관리법」에 따라서 처리하여야 한다.

나) 자 테스트(Jar-test)를 실시하거나 자 테스트를 통하여 작성된 일람표 등을 이용하여 유입수의 농도 변화에 따라 적정량의 응집제를 투입하여야 한다.

다) 주기적으로 부대시설에 대한 점검을 실시하여야 한다.

#### 5) 생물학적 처리형 시설

가) 강우유출수에 포함된 독성물질이 미생물의 활성화에 영향을 미치지 아니하도록 관리한다.

나) 부하변동이 심한 강우유출수의 적정한 처리를 위하여 미생물의 활성(活性)을 유지하도록 한다.



■ 집 필 자 ■

연구책임 : 이 상 진 공학(환경)박사 충남발전연구원 환경생태연구부 연구위원

협동연구 : 교수 김 건 하 공학박사 한남대학교 토목환경공학과

대표 이 상 득 공학박사 ㈜ 송현R&D

연구원 정 우 혁 공학석사 충남수질총량관리센터

연구자문 : 교수 신 향 식 공학박사 KAIST 토목환경공학과

교수 어 성 옥 공학박사 우송대학교 철도건설환경공학과

기본연구 2009-16 · 충청남도 비점오염물질저감시설의 운영실태 및 설치방안  
(유기물(BOD<sub>5</sub>)을 중심으로)

글쓴이 · 이상진 외 3인 / 발행자 · 김용웅 / 발행처 · 충남발전연구원

인쇄 · 2009년 12월 31일 / 발행 · 2009년 12월 31일

주소 · 충남 공주시 금홍동 101 (314-140)

전화 · 041-840-1201(직통), 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1129

ISBN · 978-89-6124-104-5 03350

<http://www.cdi.re.kr>

©2009. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.  
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.