

친수공간 확보를 위한 합리적인 비점오염원 관리방안



김진관 >
(주)JDeco 대표이사
kjkwater@naver.com

1. 서론

우리나라는 급속한 도시화 및 산업화에 의해 경제적 풍요로움을 가져 왔으나 그로 인해 환경오염이라는 대가를 치러 왔다. 21세기는 환경보전이라는 가치가 모든 개발계획에 우선되는 시대이다. 결과적으로, 자연 상태에서 인간의 목적을 위해 형질이 변경되는 경우에는 대부분 인위적인 활동에 의한 자연 상태의 교란을 초래할 수 있으며, 이로 인해 환경파괴나 수질오염과 같은 부작용이 발생하게 된다.

반면에 현재 새로이 개발되는 대부분의 지역은 웰빙의 차원에서 친수공간을 확보하려고 계획하고 있다. 그러나 친수공간 확보계획의 대부분이 식생태나 조경층에 치중되어 수질관리에 상당한 문제점을 내포하고 있다. 진정한 친수공간 확보를 위해서는 수질관리가 우선적으로 필요하며, 이를 위해서는 수공학적 인 측면에서의 오염원관리가 필요하다.

수환경으로 유입되는 오염물질의 발생원은 크게 점오염원과 비점오염원으로 구분할 수 있다. 점오염원은 주로 가정하수와 공장폐수로 구성되고, 배출특성은 일정한 지점에서 일정한 양이 지속적으로 발생되어 강우시나 비강우시 배출량에 큰 변동이 없는 특성을 갖는다. 이에 반하여 비점오염원은 주로 강우시 지표면 유출수와 함께 유출되는 오염물질로 도시지역

의 먼지와 쓰레기, 농지에 살포된 비료 및 농약, 토양 침식물, 축사유출물, 자연동식물의 잔여물, 대기오염물질의 강하물 등에 의한 수환경에 오염물질의 유입을 의미한다. 비점오염원 물질은 일반적으로 강우시 유출되기 때문에 일간, 계절간 배출량 변화가 크고 예측과 정량화가 어려우며, 인위적 조절이 어려운 기상조건, 지질, 지형 등에 영향을 많이 받는 특성을 지니고 있다. 최근까지 국내에서는 도시하수종말처리장, 산업폐수처리장 등의 점오염원처리시설을 대폭 확충하고 있으나, 공공수역의 수질은 크게 향상되지 못하고 있는 실정이며 그 이유 중의 하나는 강우시 비점오염원이 대량으로 공공수역으로 유입되기 때문인 것으로 알려져 있다.

환경부에서는 이러한 비점오염원 처리의 중요성을 인식하여 2000년부터 환경영향 평가시에 비점오염원 처리시설 도입을 유도하였다. 그러나 개발전·후에 유입 오염부하량의 변화에 따른 허용부하량 및 목표삭감 부하량의 정의없이 초기에는 하천을 횡단하는 교량에만 설치하도록 하였으며, 용량결정에서도 시간에 대한 개념 없이 전체 발생면적에 5mm를 적용하도록 하였다. 또한 최근 고시한 “비점오염원관리업무편람(환경부, 2005.3)”에서도 목표삭감 부하량의 기준이 없으며, 제시된 용량산정 방법도 합리식에 해당 지역 강우량 기준으로 80% 확률에 해당하는 강우 중 최대강우강도를 설계 강우강도로 제시하여 치수적인 설계용량의 도입으로 과도한 용량이 산정되게 하였다. 발생하는 비점오염원을 모두 관리할 수 있다면 가장 좋은 방법이 되겠지만, 경제성을 고려하면 불가능한 일이다.

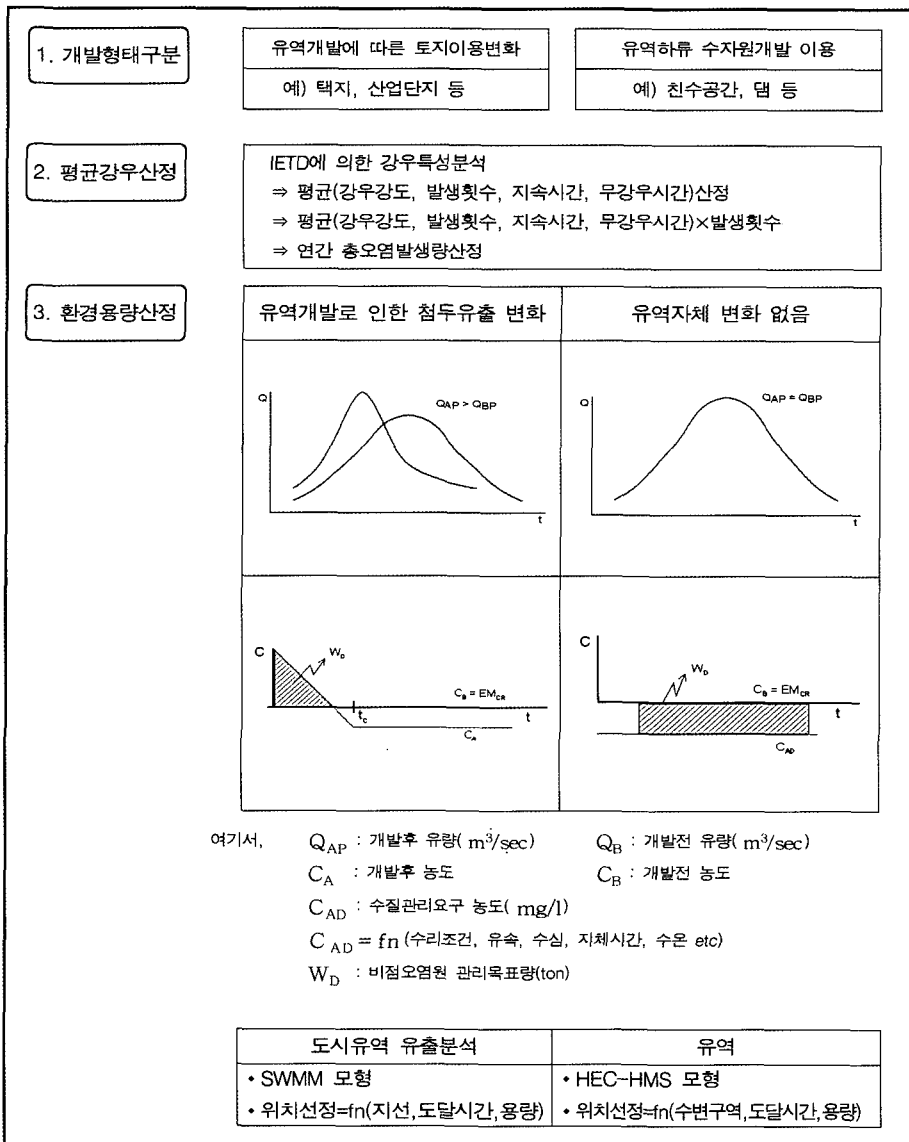
최적의 비점오염원 관리를 위해서는 우선 유입 오염원을 정량화해야하며, 친수공간 확보를 위한 수질

기준을 고려하여 목표삭감부하량 산정하고, 이에 따라 처리시설의 처리용량을 계획해야 한다. 더불어 경제성 및 비점오염원의 유입특성등을 고려하여 유출 분석을 실시하여 용량대비 최적설치위치를 선정해야 한다.

환경용량 산정기법은 크게 두 가지로 분류할 수 있으며, 각각의 경우에 따라 목표삭감 부하량 산정기법이 상이하다.

첫째로 유역개발의 경우 토지이용의 변화로 도시화에 따른 유출자체의 변화와 오염원의 유입시점 변화가 있으며, 둘째로 친수공간 개발의 경우 토지이용의 변화는 없으나 저수지 개발에 따른 수리조건, 유속, 수심, 지체시간 등의 변화로 유입오염원의 목표삭감 부하량이 증가하게 된다. 하지만 두 경우 모두 유출의 근본적인 원인인 강우는 동일하다.

환경용량 산정을 위한 기초자료인 강우분석은 기



존의 치수적인 접근은 곤란하며, 강우의 표준화기법을 확률론적 평균 강우로 하는것이 적합하다. 확률론적 평균강우란 어느 유역에 무강우 기간을 고려하여 총 강우사상을 분리하고 이 자료를 이용하여 평균적 강우량과 이의 지속시간, 강우강도, 연간 총 발생횟수를 산정하여 연간 총 유출량을 산정하는 것이다. 산정된 확률론적 평균 강우사상으로 평균유출을 산정하고 여기에 평균유입농도를 적용하면 평균 강우사상으로 발생하는 발생 부하량을 산정할 수 있고, 평균 강우사상의 연간 발생횟수를 곱하면 연간 총 발생 부하량을 계산 할 수 있다. 물론 실제 강우에 의한 총 유출을 대변할 수는 없으나 개발전·후에 동일한 조건으로 비교할 수 있으므로 개발에 따른 추가 발생 부하량을 산정할 수 있고 개발후의 목표삭감 부하량을 정할 수 있다.

산정된 목표 삭감부하량 대비 연 총발생부하량을 산정하여 이에 대응하는 유출량을 그 지역적 특성을 고려한 확률통계 분석결과에 의하여 계산하면 이 유량이 사업에 의하여 추가 발생하는 오염원을 제거할 수 있는 비점오염원의 처리시설 용량이 된다.

저수지의 경우는 수체의 수리·수문학적 특성변화에 의한 환경용량을 산정하고 댐 상류유역에 대하여 앞서와 같이 강우, 유출, 강우강도, 지속시간 등의 확률통계 분석결과를 적용하면 적절한 처리시설의 용량을 결정할 수 있다.

2. 국내의 비점오염원 용량결정방법

정부는 지난 '95년 비점오염원 조사연구사업을 거쳐 비점오염원관리를 위한 장기적 전망을 세우고 2004년 정부합동으로 「4대강 비점오염원관리 종합대책」을 수립하였다. 동 대책에 따라 비점오염원을 제도적으로 관리하기 위하여 수질환경보전법을 개정하고, 개발과 관련된 부처의 법령·규칙·지침 등에 비점오염원 관리규정을 반영하기로 하였다. 이에 따라 환경부에서는 비점오염원관리 편람을 발간하여 제

도적이고 체계적인 비점오염원 관리를 시작하였다.

그러나 본 지침서에 제시되어 있는 비점오염원 용량산정방법은 치수적인 접근으로 설계시 과다하게 용량이 산정되어 실제 설치 및 운영이 어려울 것으로 판단된다.

비점오염원의 관리를 위해서는 먼저 관리목표 환경용량을 산정해야하고 다음으로 이에 따라 유역특성에 맞는 유출량을 산정하여 최적지점에 관리시설을 설치하여야 한다. 유출량 산정을 위해서는 앞에서 언급한 바와 같이 유역의 물리적 특성변화 및 강우의 특성인자를 적용해야 한다.

표 1. 비점오염원 용량결정(환경부, 2005)

○ 장치형시설의 규모결정	
· 장치형시설의 규모는 해당지역의 강우량기준으로 80% 확률에 해당하는 강우중 최대강우강도를 설계강우강도로 설정하며 환경부 제정 '하수도 시설기준'의 합리식과 유출계수를 따라 결정함.	
- 적용 합리식	
$Q = 1/360 C \cdot I \cdot A$	
여기서, Q : 계획 우수유출량(m ³ /sec)	
C : 유출계수	
I : 유달시간(t) 내의 평균 강우강도 (mm/hr)	
A : 배수면적(ha)	
- 유출계수	
표면형태	유출계수
지붕	0.85~0.95
공지	0.10~0.30
도로	0.80~0.90
공원	0.05~0.25
기타 불투수면	0.75~0.85
완만한 경사의 산지	0.20~0.40
수면	1.00
급한 경사의 산지	0.40~0.60

3. 비점오염원 처리 경제성 분석

수질확보를 위해서 비점오염원 관리는 필수적이지만 환경부에서 제시하는 방법으로 설계할 경우 사업

의 종류나 위치에 상관없이 약 90%의 제거효율을 요구하게 되어 지나친 규제가 될 수 있다. 실제로 2005년 택지나 산업단지에 환경부에서 제시한 합리식으로 비점오염원의 처리용량을 결정할 경우 다음 표와 같이 전체 총공사비 대비 비점오염원 처리시설의 비용이 32%에 달하여 실제 시공은 어려울 것으로 보인다. 이렇게 처음부터 무리하게 규제를 할 경우 비점오염원 처리시설의 체류시간을 낮추어 공사비를 저감하는 편법이 발생될 소지가 크며, 이렇게 될 경우 오히려 실제 비점오염원 처리 효율은 감소하게 되어 궁극적인 비점오염원 관리는 어렵게 된다. 이러한 부작용을 제거하기 위해서는 사업에 의하여 추가 발생하는 비점오염원의 유출부하량을 정량적으로 분석하여 이에 대응하는 처리용량을 사업자가 관리하도록 해야 한다. 실제 효율적인 관리를 위해서는 유역개발에 따

른 비점오염원의 유출부하량을 사업특성, 토지이용, 유출특성 등 종합적 판단에 기초하여 산정하고 관리하는 것이 바람직하다. 2005년 유역개발중 단지개발의 경우 지역적인 토지비용의 차이는 있겠지만 개략적인 지수파악을 위하여 단순화 시켜보면, 개발면적은 평균 94ha, 총공사비는 평균 310억원이다. 여기에 환경부에서 제시한 비점오염원 처리용량을 적용할 경우 처리비용은 건당 94억으로 총공사비 대비 32%에 이른다. 이러한 비점오염원 설치비용을 유역개발 면적비 및 효율로 환산하면 택지개발의 경우 개발면적 ha당 약 1억원으로 전체 비점오염원 유출부하량의 90% 저감효율을 얻을 수 있다.

비점오염원은 토지이용의 변화에 따라 발생부하량이 변화하지만 실제 유출발생 전까지는 유출 가능성에 대한 지표이다. 실제 비점오염원의 유출은 강우에

표 2. 2005년 유역개발 공사비 대비 비점오염원 설치비용 비교

공 사 명	발주처	개발면적(천㎡)	총공사비(억원)	공사비(억원)
파주운정1단계 택지개발사업조성공사 1공구	주택공사	1,706	618	171
광주수원지구 택지개발사업 조성공사(1공구)	토지공사	1,617	392	161
양주고읍지구 택지개발사업 조성공사	토지공사	1,484	314	148
아산배방 택지개발사업조성공사 1공구	주택공사	1,367	453	137
광주수원지구 택지개발사업 조성공사(3공구)	토지공사	1,162	212	116
광주수원지구 택지개발사업 조성공사(2공구)	토지공사	1,141	271	114
용인흥덕지구 택지개발사업 조성공사(2공구)	토지공사	1,079	277	108
용인흥덕지구 택지개발사업 조성공사(1공구)	토지공사	1,066	242	107
김해울하지구 택지개발사업 조성공사(2공구)	토지공사	1,017	290	102
하남풍산지구 택지개발사업 조성공사	토지공사	1,015	315	102
시흥능곡지구 택지개발사업 조성공사	토지공사	969	290	97
경산사동2지구 택지개발사업 조성공사	토지공사	920	417	92
김해울하지구 택지개발사업 조성공사(1공구)	토지공사	920	246	92
양산물금지구 택지개발사업 3단계조성공사(3-2공구)	토지공사	765	299	76
광주잔월 택지개발사업 조성공사	주택공사	672	324	67
청주강서1지구 택지개발사업 조성공사	토지공사	657	245	66
양산물금지구 택지개발사업 3단계 조성공사(3-3공구)	토지공사	584	228	58
양산물금지구 택지개발사업 3단계 조성공사(3-4공구)	토지공사	557	394	56
양산물금지구 택지개발사업 3단계 조성공사(3-1공구)	토지공사	418	353	41
안동옥동 택지개발사업 조성공사	주택공사	380	267	38
용인동백지구 택지개발사업 푸른내 조경공사(2공구)	토지공사	291	73	29
평 균		942	310	94

주) 장치형 체류시간 10분적용, 장치형 처리시설 적용규격(φ 2.0m, h=2.0m)

의해 시작되며 강우강도나 지속시간, 무강우시간 등의 요소에 의해 발생부하량이 결정된다. 즉 비점오염원 관리를 위해서는 우선 강우에 대한 이해가 필수적이다. 비점오염원의 영향을 정량화하기 위하여 상시 강우를 무강우시간을 고려하여 확률통계 분석후 표준화해야한다.

전국 우량관측소 지점에 대한 분석결과 전국 평균 강우량은 22.7mm, 전국 평균지속시간은 15.7시간이며 이에 따른 전국 평균 강우강도는 1.5mm/hr, 평균강우간 무강우시간은 91.0시간으로 분석되었다. 전기간 강우자료의 지역적 상관성은 특별히 도출되지 않았다. 이것은 수문특성분석이 무강우시간을 고려한 전기간 강우자료의 강우사상 분할로 치수분석을 위한 적정설계 빈도를 산정하는 첨두홍수량 기준이 아니므로 당연한 결과이다.

유역개발에 따른 환경영향을 정량화하기 위해서는 개발전·후의 토지이용에 따른 유출부하량의 변화를 비교하여야 하며, 이를 위해 먼저 산정된 표준강우사상(평균강우량, 지속시간, 강우강도, 연간발생횟수

등)을 이용하여 상시 유출특성을 분석해야 한다. 비점오염원의 유출부하산정은 분석된 표준유출량에 지역특성에 따라 조사된 EMC(Event Mean Concentrations)를 적용하여 산정하고, 이렇게 표준강우에 의해 분석된 표준 유출부하량에 연간 발생횟수를 곱하면 연간 총발생부하량이 산정된다. 개발전·후의 총발생부하량의 차이가 유역개발에 따른 추가 발생부하량이 되며, 최소한 이 부하량을 관리하는 것이 유역관리의 기본이 된다.

결론적으로 친수공간 확보를 위한 합리적인 비점오염원 관리를 위해서는 상시 강우에 대한 분석을 표준화하여야 하며 이에 따라 산정된 목표삭감부하량의 처리계획이 수립되어야 한다. 또한 설계유량에 대하여 유출분석을 실시하여 오염원의 유입도달시간 및 유달율을 고려하여 최적의 처리지점을 계획하여야 최소의 비용으로 최대 효과를 얻을수 있다. 환경부에서도 수자원관리를 위해서 비점오염원 관리를 법재화하여 실시하고 있으나 용량측면에서는 수공학적인 접근이 더욱 요구된다. 