

PE9) 토지이용에 따른 유기물 항목의 유출특성 연구

윤영삼*, 신석호, 유재정, 신찬기

국립환경과학원 낙동강물환경연구소

1. 서 론

낙동강권역은 물론 우리나라 전역의 급속한 도시화 및 공업화에 따라 토지이용이 고밀도로 이루어지고 있으며, 이에 하천수질에 미치는 비점오염물질이 차지하는 비율이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. US EPA 보고에 의하면 수역에서 발생하는 전체 오염원 중에서 비점오염원이 차지하는 비율은 개략 30%로 보고되고 있으며, 이는 유역의 토지이용 형태에 따라 그 기여율이 달라진다고 지적하고 있다. 우리나라의 경우 1년간 내리는 총 강수량의 약 70%가 6~9월에 집중하고 지형적으로 전국토의 70%가 산지로 구성되어 있으므로 비점 오염원의 비율이 대단히 높다. 비점오염물질은 특정한 오염물질을 선별하여 지칭하는 것이 아니라 환경에 배출되는 통합적 오염물질을 칭하는 것으로 미국 EPA에서는 비점오염원(non-point source pollution)이란 명확한 오염물질 유출경로를 가지지 않은 오염원에 의하여 오염되는 것을 의미하며 농지, 임업, 광산, 건축, 매립지, 도시지역 등과 같은 강우 유출원의 오염물질을 포함한다고 정의 하고 있다.

환경부는 '95년 전국비점오염원 조사를 통해 비점오염원이 수질오염에 기여하는 비율이 T-N과 SS는 50% 이상을 점유하고 기타 BOD, T-P도 20~30% 수준임을 밝혀냈다. 그리고 비점 기여율은 점오염원의 처리율이 향상될수록 더욱 증가하며, 점오염원 처리가 어느 정도 이루어진 상태에서는 효율적인 수질관리를 위해 비점오염원의 적절한 관리가 필요함을 제안하였다.

이에 본 연구에서는 토지 이용에 따른 강우유출수 중의 유기물질에 대한 유량가중평균 농도, 유출량 등을 조사하여 하천에 대한 토지이용별 비점오염물질의 부하율산정, 비점관리방안 수립 및 최적관리방안 실행 등에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

강우시 유출되는 비점오염물질 중 유기물질 항목에 대한 유출 특성을 파악하고자 강우 강도계 및 유량계를 현장에 설치하여 실시간 강우와 유량자료를 확보하였으며, 강우유출수를 일정 간격으로 채수하여 영양염류 항목을 분석하여 시간대별 강우유출수의 수질 값을 확보하였다.

시료 채수간격은 강우유출수가 최초로 조사대상 지역 밖으로 유출되는 시각을 T0로 설정하여 채수하였고, 이후 5분, 10분, 15분, 30분 간격으로 초기강우에 대해 가장 많은 시료수를 확보하였다. 강우가 지속 될 경우 1~5시간 간격으로 시료 수가 최소 8개에서 최대 15개 정도의 수질 자료를 확보하여 신뢰성 있는 EMCs 자료가 생산될 수 있도록 시료채

수 수자를 조절하였다. 또한 실시간 강우자료와 유출량 자료의 경우 장비를 활용하여 1분 단위의 자료가 확보되어 결과의 신뢰도를 높일 수 있도록 하였으며, 초기강우 시 오염물질의 유출이 집중 될 것으로 예상하여 강우 초기에 채수간격을 좁게 하였고, 이후에는 현장사항을 중심으로 채수간격을 조정하였다.

현장에서 강우 시 조사된 유출량 및 수질 분석 자료를 토대로 EMCs(Event Mean Concentrations)를 산정하여 토지이용별 강우 시 실제 유출되는 유기물질의 영향 정도를 파악 하였다.

2.1. EMC 산정

유출되는 비점오염물질의 농도변화는 강우 및 유역의 특성에 영향을 크게 받으며, 점오염물질과는 달리 평균농도 산정 시 유출수의 유량이 가중된 유량가중평균농도로써 조사 대상 각 물질별 농도를 나타낸다. 유량가중평균농도는 비점오염물질 처리 시설 시 유입부 하량 및 유출부하량 산정에 있어서 중요한 인자이며, 삭감량 산정을 통한 처리효율 산정 시에도 중요하게 고려된다.

적정한 EMCs를 산정하기 위해서는 모니터링 계획에 따라서 수집된 유량과 농도 자료를 이용하여 다음 식에 의해서 산정할 수 있다. EMCs는 전체 강우지속시간 동안 유출된 전체 누적 오염물질의 양을 전체 누적 유출량으로 나누어 계산할 수 있으며, 비점오염원에서의 평균 농도 산정 시 중요하게 이용되고 있다. 여기서 C(t)와 Q_{TRu}(t)는 강우 지속시간 t에 대한 오염물질의 농도와 유출율을 의미한다.

$$EMC(mg/L) = \frac{\text{Discharged mass during an event}}{\text{Discharged volume}} = \frac{\int_0^T C(t) \cdot Q_{TRu}(t) dt}{\int_0^T Q_{TRu}(t) dt}$$

3. 결과 및 고찰

Fig. 1~4에 강우시 유출되는 강우의 유출량과 유출이 진행됨에 따라 배출되는 강우유출수를 시간대별로 채수하여 실험분석을 통해 유기물 농도를 구하여 도시하였다. Fig. 1과 2의 경우 투수 지역으로서 유출율이 낮게 나타났으며, 유기물 농도의 지표인 BOD, COD 및 TOC 농도의 경우 강우 후 유출시간이 지날수록 낮아짐을 볼 수 있으나 토양내부에서의 유출 및 주변의 씻김 현상에 의해 유출이 진행됨에 따라 유기물질의 농도가 높아지는 경우도 있었다. 이에 반해 불투수 지역의 유기물 농도의 경우 Fig. 3과 4에 도시된 바와 같이 유출 초기에 최고 농도를 보인 후 유출이 진행 됨에 따라 유기물질의 농도가 감소하는 경향을 보였다. 불투수 지역의 경우 BOD, COD 농도가 3~488mg/L 까지 그 범위가 넓게 나타났으며, 투수 지역의 경우 불투에 비해서는 유기물질의 최저농도와 최고농도의 범위가 다소 낮게 나타났다.

강우시 유출되는 유출량과 시간대별 유기물질농도 분석을 통해 BOD 및 COD에 대한 유량가중평균 농도를 산정하여 Table 1에 수록하였다. Table 1에 수록 된바와 같이 과수원재배지역에서 BOD 및 COD 모두 가장 낮은 EMC 값을 보였으며, 교통지역에서 가장 높은 값을 보였다. 특히 공업지역의 경우 BOD의 EMC 값이 COD의 EMC 값에 비해 높게

조사되었다.

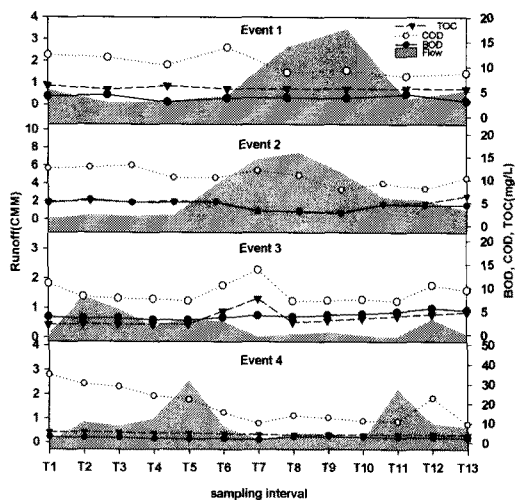


Fig. 1. Orchard Area(BOD, COD, TOC)

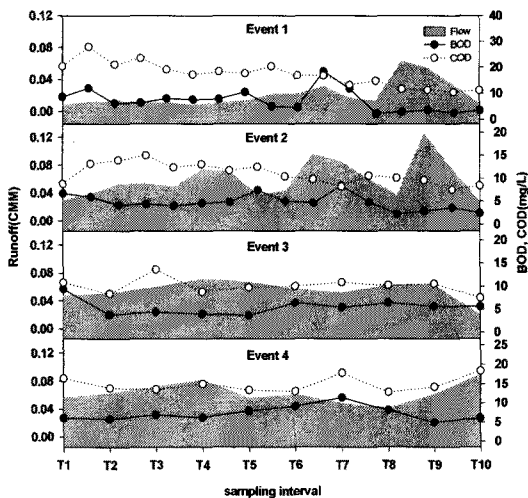


Fig. 2. Plastic House(BOD, COD)

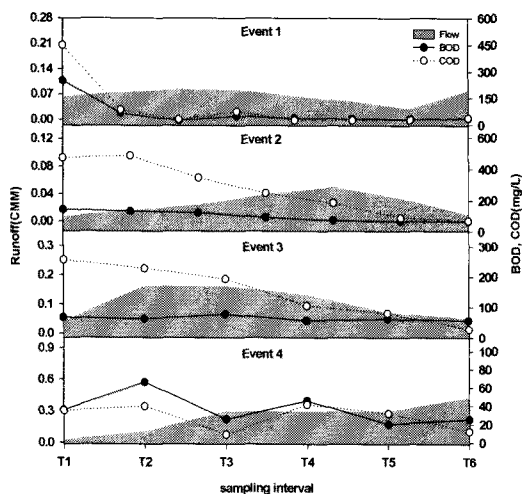


Fig. 3. Industrial Area(BOD, COD)

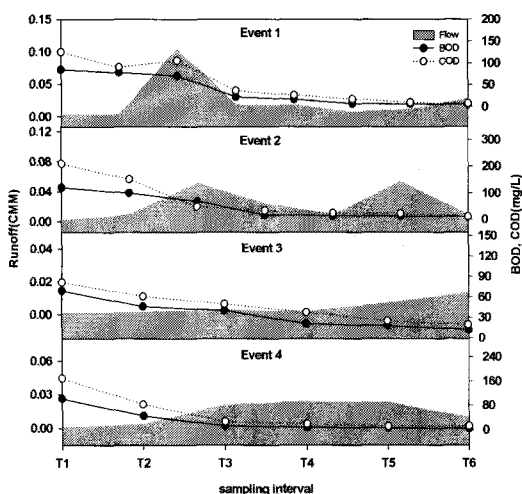


Fig. 4. Transportation Area(BOD, COD)

Table 1. EMCs of Rainfall-Runoff According to Land-Use

Items		EMCs(mg/L)	
		BOD	COD
Pervious	Orchard Area	3.35	11.80
	Plastic House	8.30	13.06
Impervious	Industrial Area	64.79	18.26
	Transportation Area	270.90	1534.21

4. 결 론

과수원재배지 및 비닐하우스재배지의 투수지역과 공업지역 및 교통지역의 불투수지역에 대한 유기물 중심의 강우 유출수 조사결과 BOD 항목의 경우 불투수지역인 공업과 교통지역에서 각각 64.69 mg/L, 270.97 mg/L로 높은 값을 보였으며, COD의 경우 교통지역에서 1534.21 mg/L의 농도로 대단히 높은 값을 보였다.

참 고 문 헌

- 김갑수 외, 2006, 중랑천 비점오염원 부하량 및 원단위 산정, 대한환경공학회지, 28권 8호, pp. 813~819.
- 신현석, 윤용남, 1993, 도시소유역에서의 유출과 비점오염물 배출간의 상관관계 수립에 의한 NPS 오염물 배출량의 산정, 한국수문학회지, Vol. 26, No. 4, pp. 58~95.
- US EPA, 2005, "National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry" EPA 841/B-05-001, Environmental Research Lab.
- US EPA, 2005, "National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution form Urban Area." EPA 841/B-05-004, Environmental Research Lab.
- US EPA, 2005, "National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution form Urban Area." EPA 841/B-05-004, Environmental Research Lab.