

문헌조사, 단일지목 모델링을 통한 실측 원단위 신뢰성검토

Literature survey, Modeling by Measured unit load Quality Assurance

박재범* 강두기**, 갈병석***, 윤영삼****, 이재관****

Jae Beom Park, Du Kee Kang, Byung Seok Kal, Young-Sam Yoon, Je Guan Lee

요 지

비점오염원 원단위는 적용이 간편하기 때문에 많은 국가에서 비점오염원 유출량을 산정하기 위하여 사용하고 있다. 그러나 비점오염원의 유출은 지역, 지형, 기후, 토지이용 등과 같은 여러 가지 조건들에 따라 배출양상이 다양하게 나타나므로 신뢰성 있는 원단위를 산정하기 위해서는 장기간에 걸친 실측자료가 뒷받침되어야 한다. 우리나라에서는 지난 1980년대 초부터 비점오염 원단위에 대한 연구가 시작되었으며 수많은 문헌과 연구에서 비점오염원 유출특성을 제시하고 있다.

따라서 본 연구에서는 지난 3년간 낙동강 수계에서 모니터링된 비점오염원 자료를 통하여 유출모형인 SWMM(Storm Water Management Model) 구축하고 또한 구축된 모형을 이용하여 실측한 자료를 통한 EMC값과 기존 문헌에서 제시하고 있는 EMC값을 서로 비교함으로써 본 연구에서 제시하고 있는 EMC값의 적정성 및 선행 자료에서 제시하고 있는 값들의 범위를 분석하고자 하였다.

따라서, 본 연구는 모델링을 통하여 비점오염원 유출특성을 파악함과 동시에 실측값 및 기존 문헌에서 제시하고 있는 EMC를 비교·분석함으로써 적정한 비점오염원의 EMC 값 범위를 파악하여 지목별 비점오염원 원단위 산정에 큰 도움이 되리라 판단된다.

핵심용어 : EMC, 비점오염원, 모니터링

1. 서 론

비점오염원의 유출특성을 파악하기 위하여 2007년부터 모니터링 지점에 대하여 강우사상에 따른 유출 및 수질 변동 분석이 가능하며 단일지목에 대한 분석이 가능한 각각의 유출 모델링을 구축하였다.

구축된 모형은 SWMM(Storm Water Management Model)로서 지목별 토지특성을 반영할 수 있으며 단기 및 장기 강우 사상에 대한 모의가 가능한 유출 모형이다. 모형은 모니터링 자료를 기반으로 구축되기 때문에 실측한 자료를 바탕으로 검·보정 과정을 거치며 추가되는 모니터링 자료를 통하여 재 보정 작업을 통해 신뢰성 높은 모형을 구축하고 있다.

본 연구에서는 이와같이 구축된 모형을 통하여 산정된 비점오염원 EMC값과 기존 문헌에서 분석한 EMC값을 비교하여 비점오염원 원단위 산정을 위한 기초자료를 구축하고자 한다. 또한 구축된 자료를 통하여 기존에 산정된 원단위와 비교·평가하여 신뢰성있는 원단위 자료를 구축하고자 한다.

* 정회원 · (주)웹스 · 팀장 E-mail: jbpark@nwater.co.kr
** 정회원 · (주)웹스 대표이사 · E-mail: dookee@nwater.co.kr
*** 정회원 · (주)웹스 과장 · E-mail: kalbs@nwater.co.kr
**** 정회원 · 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 연구사 · E-mail: ysyoons3@me.go.kr
**** 정회원 · 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 소장 · E-mail: ysyoons3@me.go.kr

2. 연구방법

2.1 기존문헌에서의 EMC 조사

본 연구의 검토대상 지목인 공업지역, 과수원, 비닐하우스, 기타재배지역, 교통지역에 대하여 최근까지 여러 연구자들이 조사한 강우사상별 시간대별 유출유량이 반영된 유량가중평균농도를 종합해 보면 다음과 같다.

문헌에서의 지목별 연구 현황을 개략적으로 살펴보면 각각의 지목별 특성을 반영한 비점오염원 유출 특성 연구에서 예를들어 농업지역처럼 논과 밭 등과 같이 세부적으로 구분되어 비점오염원을 연구한 경우와 혼합지역을 대상으로 하여 전반적인 해당지목에서의 유출특성을 구분한 경우로 구별되었다. 농업지역의 경우 혼합지역으로서의 BOD의 범위는 2.107~10.6 mg/L로 나타났으나 밭만을 고려한 경우에는 39.7~62.39mg/L로 그 범위가 구분되어 진다.

도시지역의 경우 공업지역과 도로, 교량 지역으로 구분되며 공업지역의 경우 BOD는 24.67mg/L, 고속도로는 4.8~50.9mg/L, 도시지역의 경우 주거지와 기타구역이 포함되는 공통지역은 11.5~35.9mg/L의 범위를 나타내고 있다.

표 1. 지목별 EMC 범위 (단위:mg/L)

구분		BOD	COD	SS	T-N	T-P
농업지역	공통	2.107-10.6	13.2-71.1	119.4-1393	2.66-6.9	0.12-0.48
	밭	39.7-62.39	53.1-89.64	1231.2-2252.7	2.29-10.41	5.61-7.82
공업지역		24.67	23.1-178.86	2.85-199.8	4.57-12.11	0.17-2.13
고속도로		4.8-50.9	77.2	97.6	2.57-3.13	0.04-0.41
교량		-	137.1	155.4	3.23-22.7	0.01-3.23
도시지역	공통	11.5-35.9	49.4-176.5	23.4-565.43	1.82-12	0.21-2.3
	단독주택	5.42-16.99	4.41-47.72	14.33-131.76	1.06-8.65	0.04-0.29
	아파트	8.2-43.45	2.28-114.87	17.89-267.6	0.3-9.13	0.06-0.78

2.2 문헌, 모형, 실측 EMC값 비교

본 연구의 검토대상 지목인 공업지역, 과수원, 비닐하우스, 기타재배지역, 교통지역에 대하여 문헌에서 제시하는 EMC와 모형, 실측에서 산정한 EMC값과 비교하였다.

비교결과, 과수원의 경우 BOD, SS, T-P의 경우 각각 문헌에서 제시하고 있는 범위내에 속하였으며 COD, T-N의 경우 각각 -5.16~-5.61%, -29.77~-32.86%범위 외에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 비닐하우스 지역의 경우 COD, SS, T-N의 경우 각각 문헌에서 제시하고 있는 범위내에 속하였으며 BOD, T-P의 경우 각각 122.03~122.81% , 576.57~750.14%범위 외에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 기타 지역의 경우 BOD, COD의 경우 각각 문헌에서 제시하고 있는 범위내에 속하였으며 SS, T-N, T-P의 경우 각각 132.20~132.73%, 168.37~173.69%, 609.24~630.12% 범위 외에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 국도지역의 경우 BOD, T-P의 경우 문헌에서 제시하고 있는 범위내에 속하였으나 COD, SS, T-N, T-P의 경우 각각 -40.99 ~-41.09 % , -40.85 ~-40.87 %,-32.62~-37.78% 범위외에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 공업A 지역의 경우 BOD, COD, SS, T-N, T-P의 경우 문헌에서 제시하고 있는 범위 외에 속하였으나 COD의 경우 실측에서의 범위가 -1.83% 정도 벗어나 있음을 확인할 수 있었다.

표 2. 과수원

구분		EMC(mg/L)	범위내 위치(%)	비고
BOD	모형	3.853	20.56	범위내
	실측	3.394	15.15	범위내
COD	모형	10.214	-5.16	범위외
	실측	9.953	-5.61	범위외
SS	모형	178.612	4.65	범위내
	실측	195.483	5.97	범위내
T-N	모형	1.398	-29.77	범위외
	실측	1.267	-32.86	범위외
T-P	모형	0.313	53.66	범위내
	실측	0.281	44.80	범위내

표 3. 비닐하우스

구분		EMC(mg/L)	범위내 위치(%)	비고
BOD	모형	12.471	122.03	범위외
	실측	12.537	122.81	범위외
COD	모형	21.343	14.06	범위내
	실측	20.984	13.44	범위내
SS	모형	205.496	6.76	범위내
	실측	206.699	6.85	범위내
T-N	모형	4.983	54.80	범위내
	실측	4.646	46.84	범위내
T-P	모형	2.821	750.14	범위외
	실측	2.196	576.57	범위외

표 4. 기타지역

구분		EMC(mg/L)	범위내 위치(%)	비고
BOD	모형	3.918	21.33	범위내
	실측	3.840	20.40	범위내
COD	모형	20.330	12.31	범위내
	실측	20.142	11.99	범위내
SS	모형	1809.908	132.73	범위외
	실측	1803.116	132.20	범위외
T-N	모형	10.024	173.69	범위외
	실측	9.799	168.37	범위외
T-P	모형	2.313	609.24	범위외
	실측	2.388	630.12	범위외

표 5. 국도지역

구분		EMC(mg/L)	위치	비고
BOD	모형	5.980	2.56	범위내
	실측	4.041	-1.65	범위외
COD	모형	11.702	-41.09	범위외
	실측	11.779	-40.99	범위외
SS	모형	19.913	-40.85	범위외
	실측	19.894	-40.87	범위외
T-N	모형	2.387	-32.62	범위외
	실측	2.358	-37.78	범위외
T-P	모형	0.081	11.07	범위내
	실측	0.081	11.03	범위내

표 7. 공업지역

구분		EMC(mg/L)	위치	비고
BOD	모형	37.406	74.54	범위내
	실측	34.344	68.01	범위내
COD	모형	27.182	2.62	범위내
	실측	20.244	-1.83	범위외
SS	모형	30.444	14.01	범위내
	실측	23.601	10.54	범위내
T-N	모형	9.342	63.29	범위내
	실측	5.843	16.88	범위내
T-P	모형	1.091	47.00	범위내
	실측	0.582	21.01	범위내

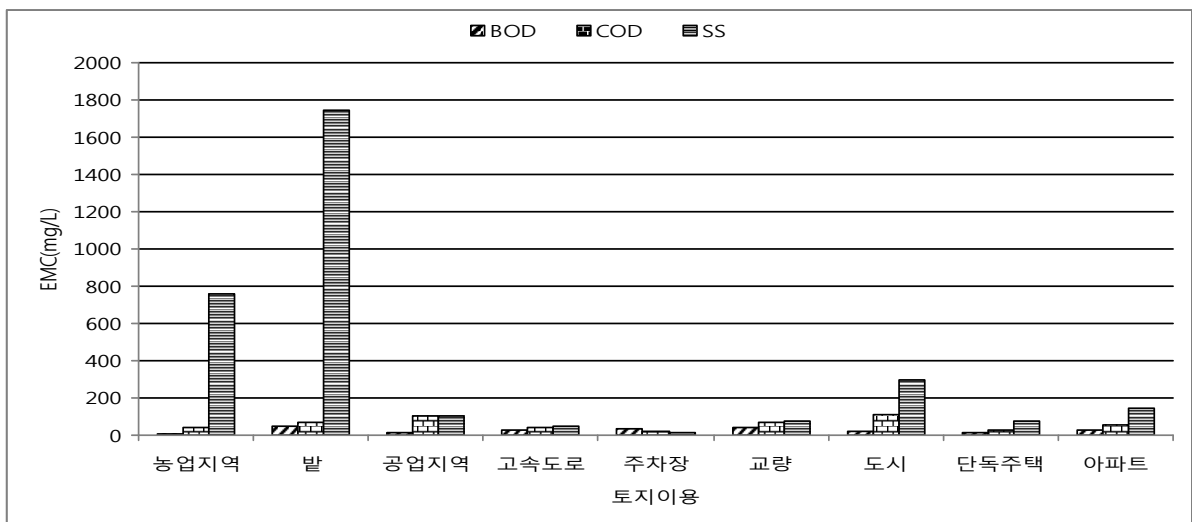


그림 1. 토지이용 형태별 EMC(BOD, COD, SS)

3. 결론

단일지목에 대하여 비점오염원 유출에 대한 유출모형을 구축하였다. 유출모형은 2007년~2009년까지의 각 지목별 모니터링 자료를 이용하여 구축하였으며 유출과 수질 자료를 이용하여 검·보정을 수행하여 구축하였다.

기존의 비점오염원 관련 선행연구에서 산정되었던 EMC값을 조사하여 본 연구에서 산정된 EMC값과 비교하였다. 비교결과, 과수원, 비닐하우스, 기타 지역과 같은 투수 지역의 경우 기존의 문헌보다 EMC의 값이 높게 나타났으며, 교통지역(고속도로, 국도, 간선도로)과 공업지역과 같이 불투수지역의 경우 기존 문헌보다 낮게 나타났다. 이는 투수지역 원단위인 전과 담의 경우 기존에서 제시하고 있는 것보다 높게 나타나고 있어 기존 원단위가 과소 평가된 것으로 보이며 불투수지역의 경우 기존보다 낮게 나타남으로서 기존 원단위가 과대 평가된 것으로 볼 수 있다.

따라서, 연구를 통해 산정된 EMC를 통해 비점오염원을 관리하기 위한 원단위 산정을 위한 신뢰성 구간을 선정할 수 있을것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 낙동강 수계 환경기초 조사사업의 「주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법연구」에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Alley, W.M. and S.R. Ellis. (1987). Trace elements in runoff from rainfall and snowmelt at several localities in the Denver, Colorado, Metropolitan Area, Proceedings of the International Symposium on Urban Storm Water Management, 24-27 July 1987. Univ. of Kentucky, Lexington. 193-198 pp.
2. 환경부, 2006, 비점오염원관리 업무편람
3. 신현석, 서봉철(2001) “PCSWMM과 GIS를 이용한 도시 CSO 유출 해석 연구”, 한국수자원학회 학술발표회 논문집(I), pp.321-326
4. 윤영삼 등. (2003). 낙동강 유역 소수계별 유달부하량 산정 및 평가모델 개발, 낙동강물환경연구소