

# 비점오염 저감시설의 유출특성에 관한 연구

## Study on Runoff Property in Non-point Source Reduction Facility

곽현구\*, 연기석\*\*, 김종섭\*\*\*, 류병로\*\*\*\*

Hyun Gu Kwak, Ki Suk Yeon, Jong Sub Kim, Byong Ro Ryu

### 요 지

최근 비점오염원 부하의 심각성이 알려지면서 4대강 유역을 중심으로 비점오염원의 조사 및 관리를 위한 대책 마련과 제도권 관리방안이 모색되고 있다. 이중 낙동강 유역은 총 면적 약 23,384km<sup>2</sup>로 국토 전체 면적의 약 1/4을 차지하고 있지만 연평균 강수량은 1,186mm로 4대강 수계 중 가장 적어 갈수기에 자연 하천유량의 부족 및 유역의 지역에서의 공업용수 사용으로 낙동강하류의 유량감소를 초래하여 수질악화와 생태계 파괴가 심화되고 있는 상황에서 비점오염물질로 인해 그 피해가 가중되고 있다.

이에 본 연구에서는 도시지역, 도로, 농경지, 토양침식물, 축사유출물, 대기강하물 등 광범위한 지역에서 강우 유출수와 함께 배출되는 비점오염물질을 처리하기 위하여 낙동강 수계내 대구 달성 소유역에 시범적으로 설치 운영중인 저감시설(CDS)의 수질 및 유량 모니터링 자료를 이용하여 대상유역의 강우-유출 특성 및 오염부하량 특성을 살펴보고, 전체유역의 유출발생량과 비점오염원 저감시설의 유입량 대비 처리 효율을 분석함으로써 오염부하량 발생 및 저감효율에 관한 연구를 수행하였다.

이를 위해 강우-유출 및 수질 모니터링 자료를 이용하여 모형(XP-SWMM)의 검보정을 실시하여 모델링 매개변수를 조정하였고, 강우-유출해석을 실시하여 대상유역의 연간 유출특성 및 비점오염원 저감시설의 연간 오염부하량 저감율을 분석하였다.

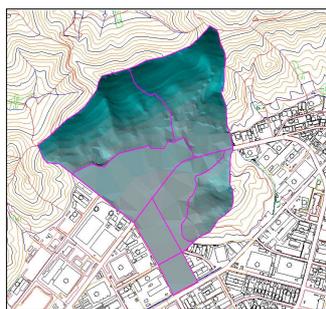


그림1. 대구 달성 유역현황

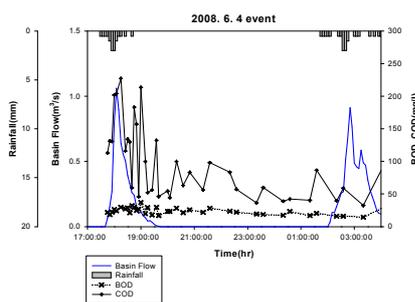


그림2. 검보정사상(2008.6.4 event)

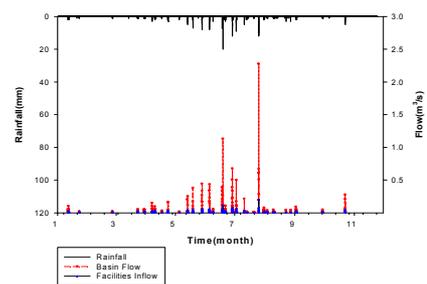


그림 3. 연간 유출특성

**핵심용어 :** 비점오염, 유출특성, CDS, XP-SWMM

\* 정희원 · 한밭대학교 토목,환경,도시공학부 환경공학전공 겸임교수 · E-mail : hgmoon@empal.com  
 \*\* 정희원 · 한밭대학교 토목,환경,도시공학부 도시공학전공 교수 · E-mail : yonks@hanbat.ac.kr  
 \*\*\* 정희원 · 한밭대학교 토목,환경,도시공학부 도시공학전공 교수 · E-mail : joskim@hanbat.ac.kr  
 \*\*\*\* 정희원 · 한밭대학교 토목,환경,도시공학부 환경공학전공 교수 · E-mail : ryub@hanbat.ac.kr

## 1. 서론

최근 비점오염원 부하의 심각성이 알려지면서 4대강 유역을 중심으로 비점오염원의 조사 및 관리를 위한 대책 마련과 제도관 관리방안이 모색되고 있다. 이중 낙동강 유역은 총 면적 약 23,384 km<sup>2</sup>로 국토 전체 면적의 약 1/4을 차지하고 있지만 연평균 강수량은 1,186mm로 4대강 수계 중 가장 적어 갈수기에 자연 하천유량의 부족 및 유역외 지역에서의 농업용수 사용으로 낙동강하류의 유량감소를 초래하여 수질악화와 생태계 파괴가 심화되고 있는 상황에서 비점오염물질로 인해 그 피해가 가중되고 있다.

이에 본 연구에서는 도시지역, 도로, 농경지, 토양침식물, 축사유출물, 대기강하물 등 광범위한 지역에서 강우 유출수와 함께 배출되는 비점오염물질을 처리하기 위하여 낙동강 수계내 대구 달성 소유역에 시범적으로 설치 운영중인 저감시설(CDS)의 수질 및 유량 모니터링 자료를 이용하여 대상유역의 강우-유출 특성 및 오염부하량 특성을 살펴보고, 전체유역의 유출발생량과 비점오염원 저감시설의 유입량 대비 처리 효율을 분석함으로써 오염부하량 발생 및 저감효율에 관한 연구를 수행하였다.

## 2. 모형의 이론 및 적용

### 2.1 XP-SWMM 모형의 이론

SWMM을 이용한 비점오염원의 유출 모의 절차는 그림과 같이, 「비점오염원 유출모델의 수집·비교 → 유출모델 선정 → 모델의 특성·구조 분석 → 모델 입력자료 구축 → 자료 입력파일 생성 → 모델링 수행 → 모델 모의치와 실측치를 이용한 보정 → 모델 결과의 검증 → 유출량 예측·산정」 순으로 진행된다. SWMM 모형의 구성은 크게 5개의 블록으로 되어 있으며 이중에서 유출량과 오염물질 부하량을 구하기 위해서는 강우량과 증발산량 자료에 기초한 MET 블록과 보정과 검정을 거친 입력자료에 기초한 RUNOFF 블록이 사용된다(Huber, 1995).

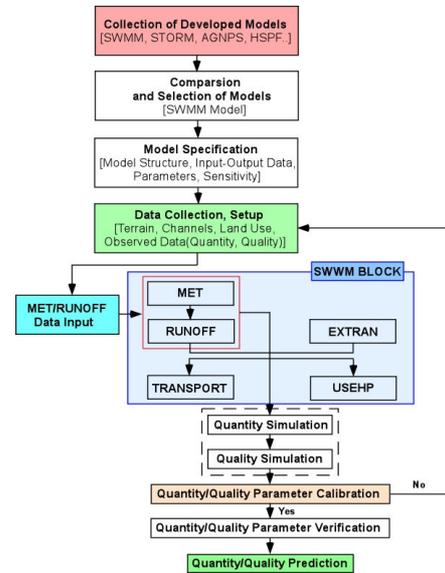


그림 1. XP-SWMM모형의 유출모의 절차

### 2.2 모형의 적용

본 연구에서는 대구 달성유역의 강우-유출 및 수질 모니터링 자료의 경향성을 파악하여 일관된 경향성을 가지는 사상을 채택하여 모델링 검·보정을 실시하여 매개변수에 산정하고, 연강우량에 대하여 연간 유출해석을 실시하여 수질변동 특성 및 비점오염원 저감시설의 연간 배출부하량 저감율을 분석하였다.

#### 2.2.1 대상유역

본 연구의 대상유역인 대구 달성(CDS 저감시설) 유역의 소유역 현황은 <그림 2>와 같이 모두 7개의 소유역으로 구성되어있으며, 전체유역 면적은 97.9ha로 산림지역을 제외하면 대부분 공단지역에 속하며, 대상 유역은 평균경사는 0.017~0.244%로써 비교적 경사가 가파르고 특히 유역의 상부지점은 산지로 급한 경사를 보이고 있다. <표 1>은 대구 달성 유역의 소유역 정보를 나타낸 것이다.

표 1. 대구 달성 유역의 소유역 정보

소유역	유역면적 (ha)	유역경사 (%)	유역폭 (m)	불투수율 (%)	토지이용 형태	토지이용별 면적 (ha)
1	3.3	0.0175	40	65	공업	3.3
2	5.4	0.0298	50	75	공업	5.4
3	9.0	0.0408	115	65	공업	9.0
4	9.6	0.1581	150	10	산림	9.6
5	16.6	0.0433	100	65	공업	16.6
6	27.7	0.2444	120	10	산림	27.7
7	26.3	0.2101	200	60	공업 산림	23.7 2.6

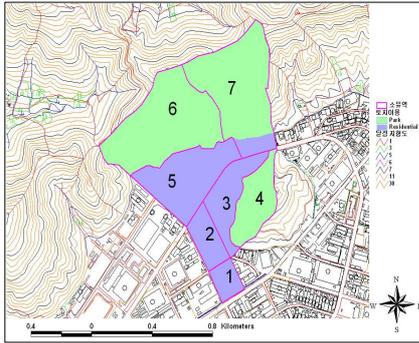


그림 2. 소유역 현황

### 2.2.2 모형의 검·보정

대구 달성(CDS) 지역의 모델 검·보정을 위해 사용된 사상의 유역 유출량과 오염물질의 배출특성은 다음 <그림 3>과 같으며, 각 사상의 유출에 대한 검·보정 결과는 각각 <그림 4>와 같다.

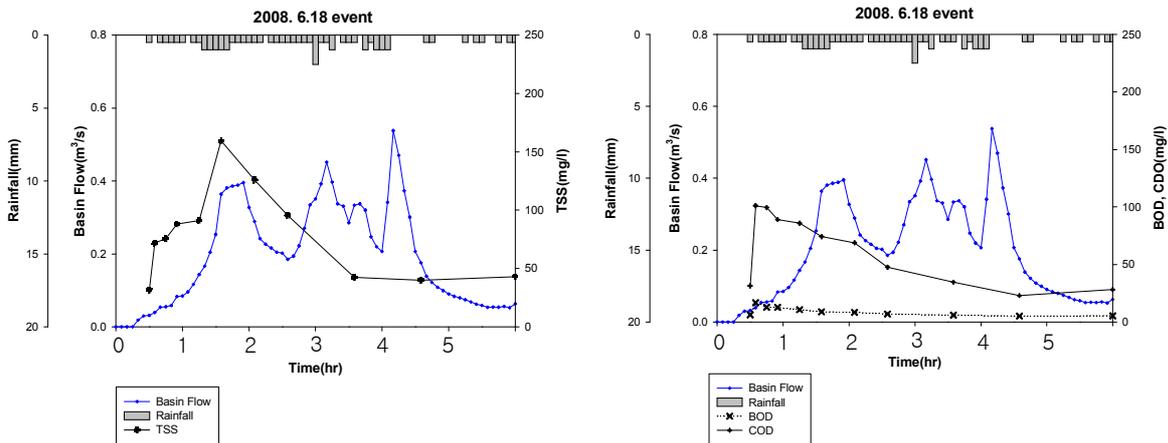


그림 3. 달성 논공(와류형 시설)의 수리수문 및 농도곡선(2008.6.18 사상)

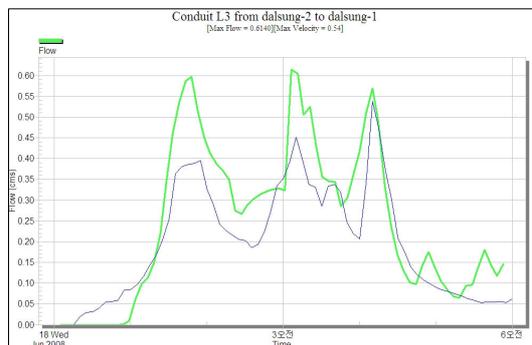


그림 4. 검·보정결과(2008.6.18 사상)

2008.6.18의 수질 검정 결과는 <그림 5>과 같으며, SS를 제외한 BOD, COD, T-N, T-P 항목에 대한 수질모의 결과가 실측치와 유사한 경향을 가지는 것을 알 수 있다.

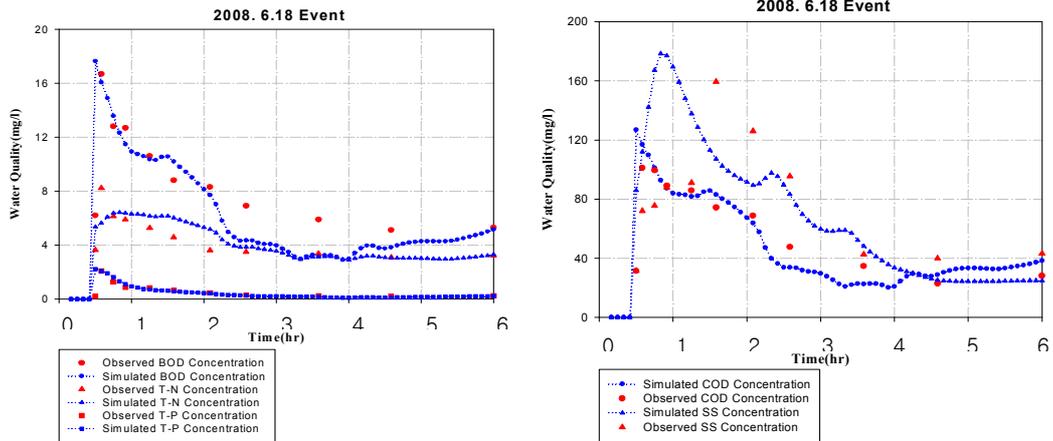


그림 5. 수질 검보정 결과

### 3. 강우-유출 및 오염부하량 특성

#### 3.1 연간 유출특성

대구 달성유역의 연간 강우-유출특성은 <그림 6>에서 알 수 있듯이 5월부터 8월에 강우-유출이 집중되며, 유역의 순간 최대 유출량은 2.27m<sup>3</sup>/s으로 모의 되었다. 월별 유출특성 및 유역 유출량 대비 시설유입량의 관계는 <그림 7>과 같다. 강우량과 유역유출량이 작은 4월까지의 유역 유출량 대비 시설유입량이 평균인 23.59%를 상회하다가 5월부터 7월까지의 유역유출량이 증가함에 따라 비율이 감소하였으며, 다시 8월부터 평균을 상회하는 유역유출량과 시설 유입량, 월류량의 전형적인 관계를 나타내고 있다.

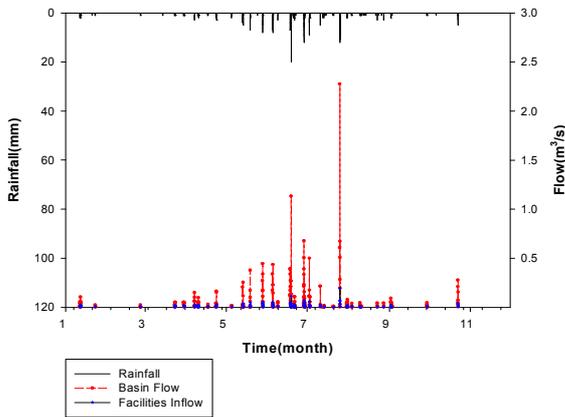


그림 6. 대구 달성 유역의 연간 유출특성

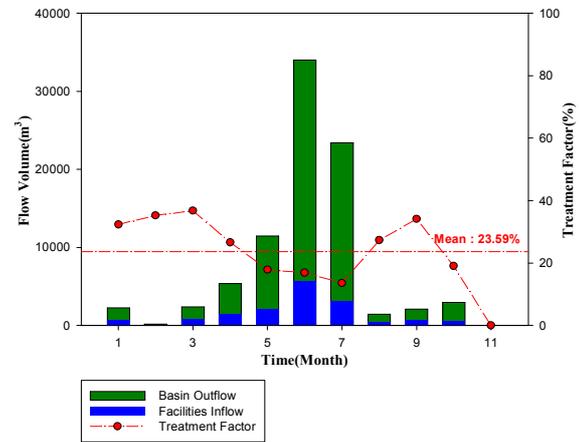


그림 7. 대구 달성 유역의 월별 유출특성

#### 3.2 오염 부하량 산정

대구 달성 유역의 BOD, COD, SS, T-N 각 항목의 월별 오염부하량 및 비점오염원 저감시설에 의한 저감부하량의 관계는 <그림 8>과 같다.

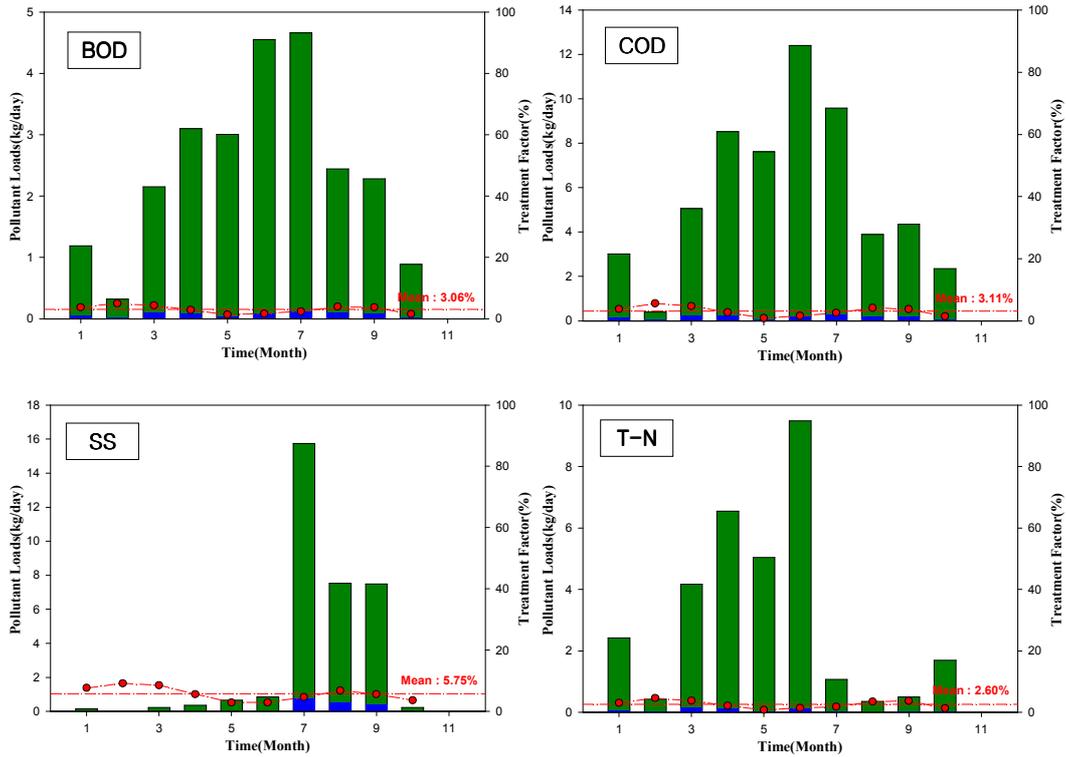


그림 8. 월별 오염부하량 특성

#### 4. 결 론

본 연구에서는 대구 달성유역의 장치형(CDS) 비점오염원 저감시설에 대한 연간유출특성을 조사 분석한 결과 BOD, SS, T-N, COD 각 항목의 평균 저감율은 T-N이 2.60%로써 최저로 산정되었으며, SS의 저감율이 5.75%로 가장 높게 나타났다. 향후 비점오염원 저감시설의 적정 설계용량 검토가 수행된다면 최근 비점오염원 저감시설의 설계기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 비점오염원관리 업무편람, 환경부, 2006
2. 초기강우에 따른 비점오염물질 사전처리 기술개발, 환경부/환경시설관리공사, 2003
3. 농업지역 비점오염원 관리방안 연구, 한국환경정책평가연구원, 최지용, 1998