

## CN의 시공간적 변화를 고려한 용산 물순환 환경도시계획의 비점오염물질 저감효과 비교

최재완<sup>1)</sup> · 이성준<sup>1)</sup> · 류지철<sup>1)</sup> · 신동석<sup>1)</sup> · 임경재\*

강원대학교 지역건설공학과, <sup>1)</sup>국립환경과학원

(2012년 5월 24일 접수; 2012년 8월 24일 수정; 2012년 10월 16일 채택)

### Comparison of NPS Reduction at Yongsan Area Considering Spatio-Temporal Changes in CN

Jae-Wan Choi<sup>1)</sup>, Sung-Joon Lee<sup>1)</sup>, Ji-Chul Ryu<sup>1)</sup>, Dong-Seok Shin<sup>1)</sup>, Kyoung-Jae Lim\*

Department of Regional Infrastructure Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1)</sup>National Institute of Environmental Research, Incheon 404-708, Korea

(Manuscript received 24 May, 2012; revised 24 August, 2012; accepted 16 October, 2012)

#### Abstract

Yongsan ward is located at central place connecting south and north ecology axis of Seoul. Various environment-friendly Yongsan development could pose positive effects on NPS(non pollutant source) pollutant reductions and water quality improvement at Han-river because BOD, T-N, and T-P NPS discharges took 90% of total pollutant from this area. In this study, direct runoff and NPS pollutant loads were evaluated before and after development using spatio-temporal change in CN(curve number) and EMC(event mean concentration) data. It was found that direct runoff value is 23,584,724 m<sup>3</sup>, and BOD, T-N and T-P loads are 104,456 kg/year, 111,483 kg/year and 7,500 kg/year under pre-development condition, respectively. Annual runoff, BOD, T-N and T-P reducing rate were 12.9%, 33.3%, 35.6% and 40.7% under integrated post-development condition, respectively. Based on the results obtained in this study, environment-friendly urban development could be achieved at Yongsan area.

**Key Words** : Development, Direct runoff, NPS load, Spatio-temporal CN

#### 1. 서론

비점오염원은 도시, 농지, 산지 등에서 불특정하게 오염물질을 발생시키는 장소 또는 지역을 의미하며, 비점원 오염물질 발생도 강수, 바람 등의 지표유출을 통해 유출되거나 직접 수계로 유입되는 특성을 지닌다(환경부, 2006). 상당부분 불투수층으로 조성된

도시지역은 주차장 및 광장 등의 확대에 따라 강우-유출 및 비점오염 발생 가능성이 큰 지역이며, 이로 인해 주변 환경 및 생태계에 많은 영향을 미칠 수 있는 지역이다(이 등, 2009). 서울의 중심에 위치한 용산구는 북한산에서 남산을 지나 한강으로 이어지는 녹지축에 자리잡고 있다. 이 녹지축을 관악산으로 연결할 때, 그것은 전체 서울의 남북 녹지생태축을 연결하는 중심부가 된다(홍, 2000). 이러한 용산구에 위치한 미군기지가 최근 이전함에 따라 용산구 개발계획이 발표되었고, 용산구는 상당부분을 녹지로 조성하는 계획을 가지고 있다. 용산구의 경우 2007년 기준으로 BOD, T-N, T-P의 비점 배출부하량이 총 부하량의 90% 이상

\*Corresponding author : Kyoung-Jae Lim, Department of Regional Infrastructure Engineering, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea  
Phone: +82-10-2726-2821  
E-mail: kjlim@kangwon.ac.kr

을 차지하고 있어, 녹지 조성에 따른 수질 개선효과가 상당히 클 것이라 예상된다. 또한 용산구는 최근 용산 국제 업무지구, 용산공원, 용산 미군 이전부지, 이태원로 및 한남개발지역, 한강르네상스 사업지구 등을 중심으로 물 순환 친환경 도시계획을 발표하였다(용산구청, 2011). 물 순환 친환경도시계획은 생활하수와 빗물이 함께 처리되는 합류식 하수도 월류수(Combined sewer overflows)를 분류식 하수관거로 바꿔 강우시 미처리 상태로 하천에 방류되는 우수를 분리해 처리하는 계획을 포함하고 있다.

이러한 계획을 바탕으로 본 연구의 목표는 개발 전과 개발 후의 직접유출량과 비점오염 발생 가능성을 비교·평가하고, 합류식 하수관거를 분류식 하수관거로 전환함에 따른 비점오염 저감율을 산정하는데 있다. 본 연구의 결과는 용산구의 친환경적 개발 계획수립의 기초자료로 활용될 수 있으리라 판단된다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구 대상 지역

서울의 중심부에 위치한 용산은 서울의 중심부에 위치한 용산은 경제 및 교통, 문화의 중심지로서 효창공원, 용산가족공원, 전쟁기념관, 한강시민공원 등 도심공원이 많이 시민이 쾌적한 휴식을 즐길 수 있는 공간을 제공하고 있으며 연간 약 140만명이 방문하는 이태원 관광특구를 비롯하여 많은 외국 공관저와 문화원, 용산전자상가, 미8군 등이 있어 외국인 거주자 및 출입자가 많은 지역이기도 하다. 위치적으로 서울 중심에 있으면서도 지금까지 철도부지와 미군부대와

같은 걸림돌 등으로 낙후 이미지가 강했던 용산은 철도차량기지 일대 초고층 서울 랜드마크를 중심으로 하는 국제 업무지구단지와 미군부대 이전에 따른 270만 m<sup>2</sup>의 대규모 생태공원 조성, 여기에 이 모든 공간을 기본적으로 지하로 연결하는 통합입체공간인 용산 링크 계획으로 가장 주목받고 있는 도시로 부각되고 있다. 용산구는 총 16개 동으로 구성되어있으며 한강로동, 이촌1동, 한남동, 서빙고동이 가장 많은 면적을 차지하고 있다. 토지 지목별 현황은 대지가 46%로 가장 많은 면적을 차지하고 있고, 다음으로 하천, 도로가 각각 22%, 11%를 차지하고 있다. 인구는 2005년까지 감소추세에서 최근 다시 상승하는 추세로 변화되었다. 2002년부터 2008년 까지 평균기온은 12.9도이고, 평균 연강수량은 1,501.1 mm이다. 하수발생량은 2006년에 138,043 m<sup>3</sup>/day에서 2008년에 159,758 m<sup>3</sup>/day로 증가추세에 있으나 하수처리구역 내에서 발생하는 모든 하수를 처리할 수 있는 것으로 조사되었다(용산구청, 2009).

2.2. 용산구 환경도시계획의 내용

본 연구에서는 용산구 친환경도시 개발에 따른 비점오염물질 저감효과를 알아보기 위하여 녹지율을 높여 개발되는 지역 4곳을 선정하였다. 선정된 지역은 국제업무지구, 뉴타운개발사업, 미군기지 공원화 지역, 신계주택 재개발 지역으로서, 각각의 토지이용별 면적 (Table 1)과 개발내용은 다음과 같다(용산구청, 2011).

2.2.1. 국제업무지구(Scenario-1)

국제업무지구의 위치는 한강로 3가 40-1 일대로 면



Fig. 1. Study area(Yongsan ward office, 2009).

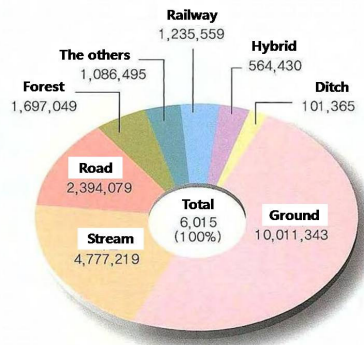


Fig. 2. Landuse rate in Yongsan(Yongsan ward office, 2009).

**Table 1.** Landuse changes with developing Yongsan area

Landuse	Water (ha)	Commercial (ha)	Residential (ha)	Grass/Pasture (ha)	Forest (ha)
Before development	362.9	663.3	792.4	234.1	135.6
International business district	362.9	650.4	758.1	281.3	135.6
New-town development project	362.9	654.4	695.2	340.3	135.6
U.S. military campside town	362.9	333.4	784.8	571.6	135.6
Residential redevelopment district	362.9	654.1	779.1	256.6	135.6
All of development project	362.9	302.5	639.8	747.5	135.6

적 442,575 m<sup>2</sup>이다. 지정목적은 대규모 미개발지(공작창 부지)에 대한 전략적·능동적 개발로 광역 녹지 네트워크 구성을 위한 대규모 녹지공간을 확보하는 것이다. 국제업무지구는 업무시설, 국제금융, 도심주거, 공공행정, 공원 등으로 이용될 계획이며, 정비창 이전 등 여건 성숙시 중기적으로 추진할 계획으로 제시되어있다(Fig. 3).

2.2.2. 뉴타운개발사업(Scenario-2)

뉴타운개발사업은 보광·한남·이태원·동빙고동에 위치하며, 면적은 1,095,800 m<sup>2</sup>이다. 지정목적은 노후·불량주택밀집지역 등을 포함하여 인근 동일생활권을 대상으로 하여 개발기본계획을 수립하여 도시 기반시설 설치 등 종합적인 개발계획을 수립하여 쾌

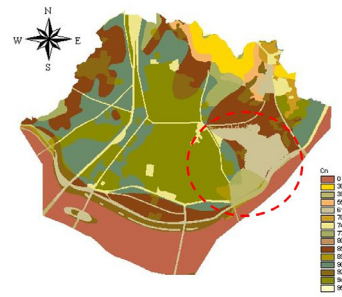
적한 주거환경을 조성하는 것이다. 뉴타운개발사업은 주변 간선도로와의 연계성을 구축하고 지역주민을 위한 공원·녹지 확보를 주목적으로 계획된 것으로 조사되었다(Fig. 4).

2.2.3. 미군기지 공원화(Scenario-3)

미군기지 공원화계획은 용산구 용산동 1가에 위치하며 면적은 2,677,698 m<sup>2</sup>으로 자연녹지지역으로 개발할 계획이다. 미8군 기지는 서울시 도시기본계획에서 제시된 바와 같이 미국 뉴욕의 센트럴파크나 영국 런던의 하이드파크처럼 울창한 녹색 숲과 호수, 넓은 잔디밭이 함께 어우러지는 서울의 허파역할을 할 수 있는 민족공원 또는 생태공원으로 새롭게 조성할 계획으로 조사되었다(Fig. 5).



**Fig. 3.** International business district(scenario-1).



**Fig. 4.** New-town development project(scenario-2).



**Fig. 5.** U.S. military campside town(scenario-3).



**Fig. 6.** Residential redevelopment district(scenario-4).

2.2.4. 신계주택 재개발 특별계획구역(Scenario-4)

신계주택 재개발 특별계획구역은 신계동 1-1번지 일대로 면적 58,470 m<sup>2</sup>이다. 이 지역은 노후불량주택 밀집지로서 계획적 개발로 주거환경개선, 근린공원 조성을 위한 쾌적한 환경조성을 목적으로 계획된 것으로 조사되었다(Fig. 6).



Fig. 7. Integrated development projects(scenario-5).

2.3. 공간적 변화를 고려한 CN

유역의 유출량은 침투, 증발산, 토양수분, 강우강도 등에 의해 영향을 받는데, 미계측 유역에서 유역의 유출량을 예측하기 위해 이러한 여러 인자를 하나의 지표로 표현하기 위하여 NRCS(Natural resources conservation service)에서는 Curve number(CN)를 제안하였다 (Mockus, 1964; SCS, 1972; Rallison과 Cronshey, 1979; Rallison과 Miller, 1982). CN 방법은 우량과 유효유량과의 관계를 나타내는 지수로서 0에서 100 사이의 값을 가지는 무차원 지수이다. 불투수 또는 수표면에서 CN 값은 100이며, 자연적인 지표면에서의 CN

값은 100보다 작다. 유출곡선지수 CN과 유역의 최대 잠재보유수량 S와의 관계는 식(1)과 같다.

$$CN = \frac{25,400}{S + 254} \quad (1)$$

본 연구에서는 공간적 변화를 고려한 CN값을 산정하기 위하여 GIS에서 토양도, 토지이용도를 이용하였다. 토양도는 1:5000 지도를 이용하였으며, 토지이용도는 환경지리정보(EGIS)에서 배포하는 1:25,000 수치 토지피복도를 이용하였다. 토지이용도(Fig. 8)와 토양도(Fig. 9)의 Cell size는 5 m×5 m로 구성되어있다. Fig. 10은 GIS 상에서 토양도와 토지이용도를 중첩하여 Cell 별로 CN 값을 산정하였다.

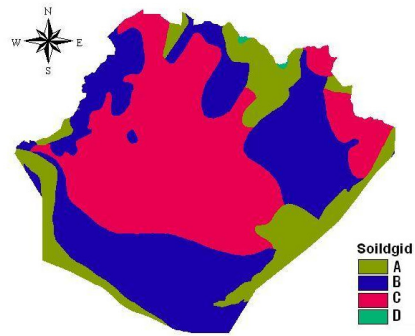


Fig. 9. Soil map.

2.4. 시간적 변화를 고려한 CN

김 등(2007)에 따르면 AMC(Antecedent Moisture Condition) 조건의 고려 여부에 따라 L-THIA ArcView

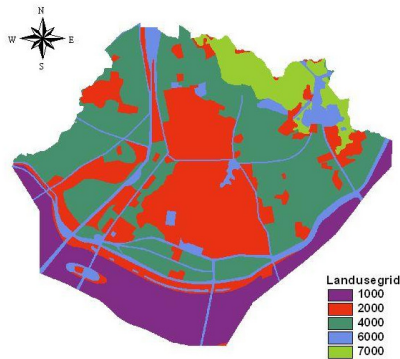


Fig. 8. Land Use map.

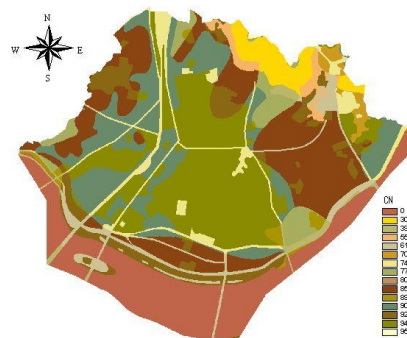


Fig. 10. CN map.

GIS를 이용한 연간 직접유출량 값이 42.44%의 차이가 발생했으나 AMC 고려시 오차가 7.99%로 실측치와 근사하게 나타나, 본 연구에서는 모의기간을 성수기(4월 15일~10월 15일, growing season)와 비성수기(1월 1일~4월 14일, 10월 16일~12월 31일, dormant season)로 구분(Table. 2)하고 AMC 조건에 따른 토지이용별 CN값을 산정하였다.

CNII 값은 AMCII 조건(강수량이 보통인 상태)의 토지이용과 토양상태에 따른 값을 나타내며, 직접유출 산정시 성수기와 비성수기를 구분하고 선행 5일 강우량에 따른 AMC I(건기), AMCIII(우기)의 CN I, CNIII를 사용한다. CN I 과 CNIII는 CNII를 이용한 다음의 식 (2)와 식 (3)를 이용한다.

$$CN I = \frac{4.2 CNII}{10 - 0.058 CNII} \quad (2)$$

$$CNIII = \frac{23 CNII}{10 + 0.13 CNII} \quad (3)$$

**Table 2.** Criteria of AMC Adjustment in CN method (SCS, 1985)

AMC	Total 5-day antecedent rainfall(mm)	
	Growing season	Dormant season
I	$P_5 < 12.70$	$P_5 < 35.56$
II	$12.70 < P_5 < 27.94$	$35.56 < P_5 < 53.34$
III	$P_5 > 27.94$	$P_5 > 53.34$

**2.5. 토지이용형태별 강우유출수 평균농도(EMC)**

본 연구에서는 4대강 물환경연구소(금강물환경연구소, 2008, 2009; 낙동강물환경연구소, 2008, 2009; 영산강물환경연구소, 2008, 2009; 한강물환경연구소, 2008, 2009)에서 측정한 토지피복별 EMC(Event mean concentration) 자료(Table 3)를 이용하여 용산구의 비점오염부하량을 산정하는데 이용하였다.

**Table 3.** Measured EMC(BOD, T-N, T-P) for various land use types

Land use type	EMC (mg/L)		
	BOD	T-N	T-P
Water	0.0	0.000	0.000
Commercial	7.0	8.443	0.700
Residential	6.7	6.096	0.263
Grass/Pasture	1.8	1.969	0.133
Forest	1.4	1.706	0.078

**2.6. 직접유출 및 비점오염부하**

**2.6.1. 유효우량 산정**

본 연구에서는 SCS의 유효우량 산정방법을 이용하여 직접유출을 산정하였다. 먼저 시공간적 변화를 고려한 CN I, II, III를 산정한 후 식 (4)를 이용해 최대잠재보유수량(S)을 산정한다. 산정된 최대잠재보유수량과 총 우량(P)에 초기손실우량(Ia)을 고려하여 유효우량(Q)(mm)를 산정한다. 초기손실우량(Ia) 최대잠재보유수량(S)의 0.2배로 표현될 수 있으며, 이것을 이용해 유효우량(Q)(mm)을 산정하면 식 (5)와 같다.

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \quad (4)$$

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}, (P < 0.2S \text{인 경우 } Q = 0) \quad (5)$$

**2.6.2. 비점오염부하 산정**

위에서 산정된 유효우량(mm)을 토지이용 및 토양 속성별 면적을 곱하여 직접유출량(m<sup>3</sup>)을 산정할 수 있다. 본 연구에서는 이렇게 산정된 직접유출량을 4대강 물환경연구소에서 측정한 토지이용별 EMC 자료를 곱하여 용산구에서 발생하는 비점오염부하를 산정하였다(식 6).

$$Pollutant\ load(kg) = Direct\ Runoff(m^3) \times EMC(mg/L) \times 1000 \quad (6)$$

**2.7. 분류식 하수관거 설치효과(Scenario-6)**

서울시는 용산국제업무지구, 용산공원 주변, 용산미군 이전부지, 이태원로 및 한남개발지역, 한강르네상스 사업지구 등 용산 종합개발계획지역 일대 1100 ha를 우선적으로 하수처리지역으로 재설정해 오수와 우수가 분리되지 않는 합류식 하수관거를 분류식 하수관거로 교체할 계획이다.

환경부(2007)는 우리나라 전체 처리구역에 대한 합류식하수도월류수(CSOs; Combined sewer overflows) 처리 대책 수립을 위하여 전국 지자체별 처리구역 현황을 파악하고 기존 합류식 지역을 대상으로 오염부하발생량과 삭감률을 제시하였다. 서울특별시의 합류식 면적은 31,162 ha로 연간 13,462 ton의 BOD 오염부하가 발생하며, 저류형 분류식 하수관거 설치시

8,077.2 ton이 삭감되어 60%의 오염부하가 저감되는 것으로 제시되었다(환경부, 2007). 따라서 본 연구에서는 환경부가 제시한 60%의 삭감률을 이용하여 용산 종합개발계획지역에 적용하였다. 이를 반영하여 용산 종합개발계획지역의 토지이용별 EMC를 40% 감소시켜 적용하여 비점오염부하량을 산정하고, 개발 전 발생한 비점오염부하량과 비교하여 저감률을 산정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 시공간적 CN 적용에 따른 직접유출량 및 비점오염부하량

본 연구에서는 서울시 용산구의 시공간적 CN을 이용하여 산정된 일별 직접유출량은 Fig. 11과 같다. 2010년 성수기·비성수기를 고려한 CN값은 AMC로 구분한 결과 AMC I 조건이 263일, AMC II 조건이 43일, AMC III 조건이 59일로 나타났다. 이렇게 산정된 CN값을 이용하여 강우시 발생하는 일별 직접유출량을 산정하였다(Fig. 11).

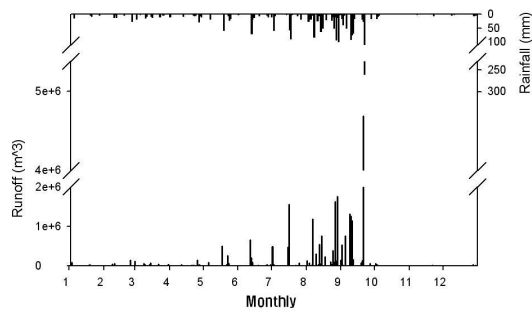


Fig. 11. Daily Direct Runoff.

4대강 물환경연구소에서 측정한 토지피복별 EMC 자료와 직접유출량을 이용하여 각 수질항목별 오염부하량을 산정하였다. Fig. 11은 개발 전 일별 직접유출 그래프이고, Fig. 12~14는 각 수질항목별 개발전 오염부하량을 나타낸다. 용산구 개발 전 연간 발생한 직접유출량은 3,187,059 m<sup>3</sup>이고, BOD는 총 비점오염부하량은 17,308 kg/year, T-N은 18,647 kg/year, T-P는 1,283 kg/year로 산정되었다.

#### 3.2. 토지이용변화에 따른 유출 및 비점오염부하 비교

서울시 용산구의 종합개발계획의 4개 지역의 토지

이용변화를 고려한 직접유출 및 비점오염부하 저감률을 각각 산정하여 비교하였다. 직접유출, BOD, T-N, T-P 비점오염부하량 모두 개발전이 가장 높게 나타났다. 4개 지역이 모두 개발되는 경우 연간 직접유출이 12.9%, BOD 비점오염부하량이 33.3%, T-N이 35.6%, T-P가 40.7% 저감되는 것으로 나타났다. 4개 지역 중 가장 저감률이 높은 조건은 개발면적이 가장 큰 미군기지 공원화 조건이며 개발 이전 대비 연간 직접유출이 9.2%, BOD 비점오염부하량이 24.1%, T-N이 27.3%, T-P가 34.1% 저감되는 것으로 나타났다(Table 4, 5). Fig. 15는 연간 직접유출 비교 그래프이고, Fig. 16~18은 각 수질항목별 연간 비점오염부하량 비교 그래프이다.

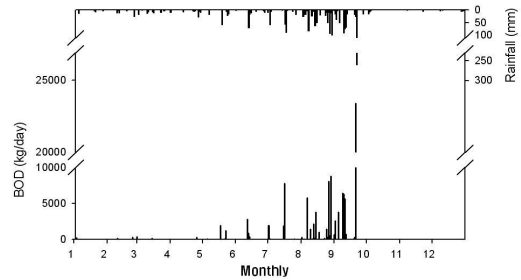


Fig. 12. Daily BOD loads.

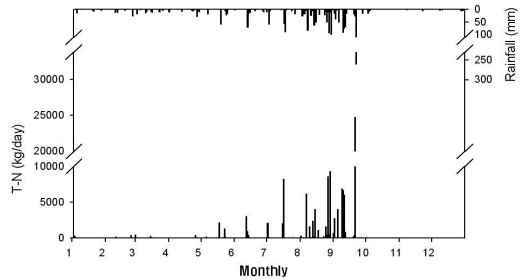


Fig. 13. Daily T-N loads.

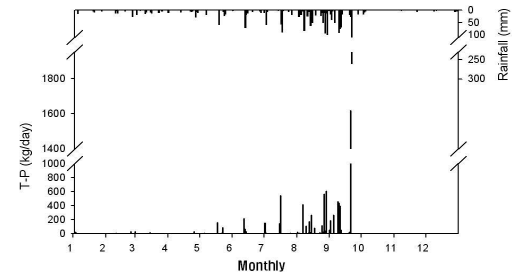


Fig. 14. Daily T-P loads.

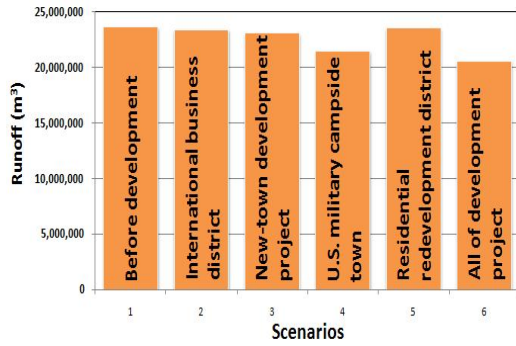


Fig. 15. Annual Direct Runoff.

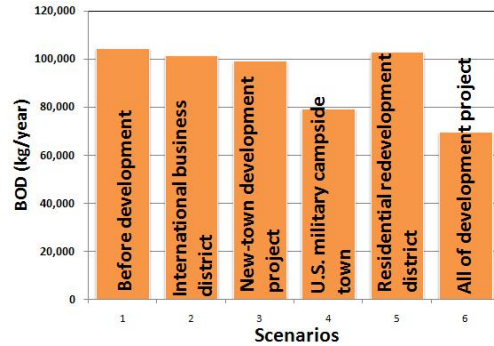


Fig. 16. Annual BOD loads.

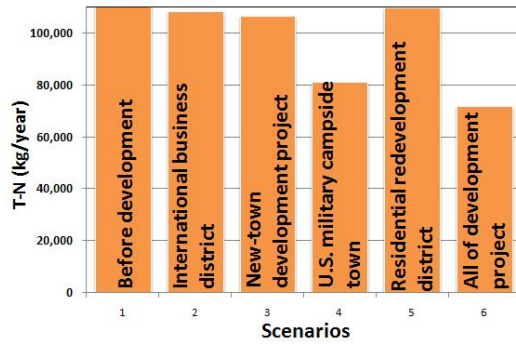


Fig. 17. Annual T-N loads.

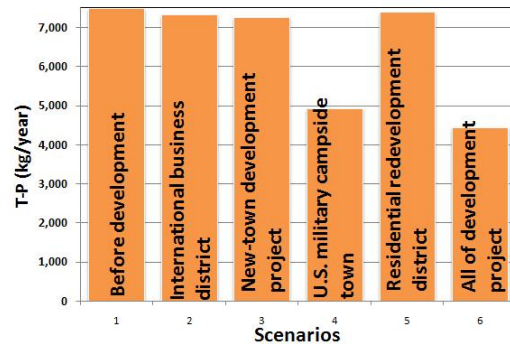


Fig. 18. Annual T-P loads.

Table 4. Measured Runoff and BOD pollutant load under developing condition

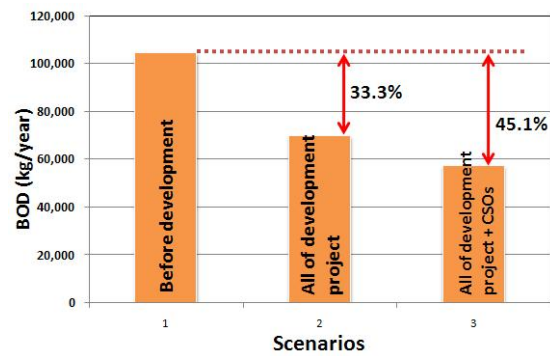
	Runoff		BOD	
	m <sup>3</sup> /year	Reduction Volume (m <sup>3</sup> ) and rate (%)	Load (kg/year)	Reduction Load (kg) and rate (%)
Before development	23,584,724		104,456	
International business district	23,353,095	23,121,465 and 231,630(1.0%)	101,521	98,586 and 2,935(2.8%)
New-town development project	23,054,442	22,524,159 and 530,283(2.2%)	99,211	93,966 and 5,245(5.0%)
U.S. military campside town	21,421,247	19,257,770 and 2,163,477(9.2%)	79,327	54,198 and 25,129(24.1%)
Residential redevelopment district	23,467,295	23,349,865 and 117,430(0.5%)	103,025	101,594 and 1,431(1.4%)
All of development project	20,540,784	17,496,844 and 3,043,940(12.9%)	69,699	34,941 and 34,758(33.3%)

**Table 5.** Measured T-N and T-P pollutant load under developing condition

	T-N		T-P	
	Load (kg/year)	Reduction Load (kg) and rate (%)	Load (kg/year)	Reduction Load (kg) and rate (%)
Before development	111,483		7,500	
International business district	108,585	105,687 and 2,898(2.6%)	7,335	7,170 and 165(2.2%)
New-town development project	106,635	101,788 and 4,847(4.3%)	7,274	7,048 and 226(3.0%)
U.S. military campside town	81,092	50,701 and 30,391(27.3%)	4,941	2,382 and 2,559(34.1%)
Residential redevelopment district	109,995	108,507 and 1,488(1.3%)	7,404	7,308 and 96(1.3%)
All of development project	71,832	32,182 and 39,650(35.6%)	4,451	1,402 and 3,049(40.7%)

### 3.3. 분류식 하수관거로 인한 비점오염부하 저감을 산정 결과

개발에 따른 불투수층의 증가는 강우유출계수의 상승을 유발하게 되며 강우 유출수의 증가로 이어진다. 특히 강우초기에 고농도의 비점오염물질이 유출되는 초기강우현상을 일으킨다(이 등, 2009). 서울시는 불투수층 증가로 인해 발생하는 비점오염물질을 저감시키기 위해 다양한 비점오염 저감계획을 발표하고 있다. 따라서 본 연구에서는 서울시의 비점오염 저감계획 중 용산 종합개발계획지역 일대 1100 ha를 합류식 하수관거에서 분류식 하수관거로 교체를 반영하여(문화일보, 2011), 용산 일대의 하수시설 재정비에 대한 비점오염부하 저감률을 산정하였다. 저감률 산정시 환경부(2007) 조사용역 결과를 반영하여 분류식 하수관거로 교체 예정인 지역의 EMC를 40%만 적용하였다. 산정결과 용산 종합개발계획시 BOD 비점오염부하 저감률이 33.3%였으나(Table 3), 하수시설 재정비 후 45.1%로 저감률이 11.8%가 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 분류식 하수관거를 이용해 빗물을 분리하고, 이를 우수지나 빗물처리시설을 이용해 차집하여 처리한 후 하천으로 방류한다면 도시비점오염원의 저감과 하천 건천화를 막는데 상당한 도움이 될 것으로 판단된다.

**Fig. 19.** Comparison of BOD loads before/after development.

## 4. 결론

본 연구의 목적은 서울시 용산구 종합개발계획지역 중 녹지율이 높은 지역을 선정하여 시·공간적 변화를 고려한 CN값을 이용한 직접 유출량과 BOD, T-N, T-P 비점오염부하량을 산정하고 저감률을 비교하는 것이며, 합류식 하수관거를 분류식 하수관거로 교체 후 BOD 비점오염부하량의 저감률을 산정하는 데 있다.

본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 연구대상지역인 용산구의 개발전 연간 발생한 직접유출량은 23,584,724 m<sup>3</sup>이고, BOD는 총 비



- 점오염부하량은 104,456 kg/year, T-N은 111,483 kg/year, T-P는 7,500 kg/year로 나타났다.
2. 국제업무지구, 뉴타운개발사업, 미군기지 공원화, 신계주택 재개발 지역 모두 개발하는 경우 연간 직접유출이 12.9%, BOD 비점오염부하량이 33.3%, T-N이 35.6%, T-P가 40.7% 저감되는 것으로 나타났다. 4개 지역 중 가장 저감률이 높은 지역은 미군기지 공원화 지역이며 연간 직접유출이 9.2%, BOD 비점오염부하량이 24.1%, T-N이 27.3%, T-P가 34.1% 저감되는 것으로 나타났다.
  3. 용산 종합개발계획지역 1,100 ha 일대를 합류식 하수관거에서 분류식 하수관거로 교체하는 경우 개발 전 연간 BOD 비점오염부하량에서 45.1% 저감되는 것으로 나타났다. 이는 국제업무지구, 뉴타운개발사업, 미군기지 공원화, 신계주택 재개발 지역 모두 개발 후 산정된 연간 BOD 비점오염부하량에서 11.8%가 저감될 것이다.

서울시뿐만 아니라 전국적으로 불투수층의 비율이 높은 지역에서 녹지율을 높이려는 노력을 하고 있는데, 본 연구에서 제시한 것처럼 정량적 비교·평가가 이루어진다면 비점오염원이 우선적으로 관리되어야 하는 지역을 선정하는데 유용할 것으로 판단된다. 본 연구의 결과는 실측자료와의 비교를 통한 모형 검보정이 이루어지지 않았기 때문에 어느 정도의 불확실성을 내포하고 있으나, 개발 전후에 따른 상대적인 비교 평가는 가능하리라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 토양·지하수오염방지기술훈개발사업(과제번호:12-292, 표토의 복합적 질 평가 및 최적 관리 시스템 구축)의 연구비 지원을 받아 수행되었으며, 이에 깊이 감사 드립니다.

### 참고 문헌

김종건, 임경재, 박윤식, 허성구, 박준호, 안재훈, 김기성, 최중대, 2007, 경사도에 따른 CN보정에 의한 L-THIA 직접유출 모의 영향 평가, 한국수질보전학회지, 23(6),

- 897-905.
- 금강물환경연구소, 2008, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 금강물환경연구소 2008년(2년차) 보고서.
- 금강물환경연구소, 2009, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 금강물환경연구소 2009년(3년차) 보고서.
- 낙동강물환경연구소, 2008, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 2008년(2년차) 보고서.
- 낙동강물환경연구소, 2009, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 낙동강물환경연구소 2009년(3년차) 보고서.
- 문화일보, 2011, 용산 '물 순환 친환경도시'로 가깝다. 문화일보, 2011년 2년 18일 12면.
- 영산강물환경연구소, 2008, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 영산강물환경연구소 2008년(2년차) 보고서.
- 영산강물환경연구소, 2009, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 영산강물환경연구소 2009년(3년차) 보고서.
- 용산구청, 2009, 2009 용산통계연보.
- 용산구청, 2011, <http://www.yongsan.go.kr>.
- 이흥신, 이승환, 2009, 국내 중소 도시지역 강우유출수의 유출특성, 대한환경공학회, 31(3), 193-202.
- 한강물환경연구소, 2008, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 한강물환경연구소 2008년(2년차) 보고서.
- 한강물환경연구소, 2009, 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구, 국립환경과학원 한강물환경연구소 2009년(3년차) 보고서.
- 환경부, 2006, 비점오염원관리 업무편람.
- 환경부, 2007, 합류식하수도월류수(CSOs) 오염부하 저감시설설치 타당성 조사용역.
- 홍성태, 2000, 군사공간의 생태적 재생과 문화정치. 한국공간환경학회지, 14, 108-129.
- Mockus, V., 1964, Chapter 10. Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall, Section 4. Hydrology, National Engineering Handbook, Washington, D. C., 7-28.
- Rallison, R. E., Cronshey, R. C., 1979, Discussion to runoff curve numbers with varying soil moisture. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 105(4), 439-441.
- Rallison, R. E., Miller, N., 1982, Past, present, and further

SCS runoff procedure. proceedings of International symposium on Rainfall-Runoff Modeling, Water Resource, Rublished Littleton, Co., Mississippi, 353-364.

Soil Conservation Service, 1972, National Engineering Handbook, Section 4. Hydrology. U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington, D. C., 762.