

# CN 분포를 고려한 총 유출량 산정기법

## Runoff Volume Estimation Technique with Consideration of CN Distribution

윤라영\*, 손광익\*\*, 신승철\*\*\*, 노진욱\*\*\*\*, 심재호\*\*\*\*\*

La Young Yun, Kwang Ik Son, Seoung Chul Shin, Jin Wook Roh, Jae Ho Shim

### Abstract

The Natural Resource Conservation Service Curve Number(NRCS-CN) method is one of the widely used methods for computation of runoff from a basin.

However, NRCS-CN method has weak point in that the spatial land use distribution characteristics are ignored by using area weighted CN value.

This study developed a program which can estimate runoff by considering spatial distribution of CN and flow accumulation at the outlet of the watershed by applying Moglen's method.

Comparisons between the results from NRCS-CN method and this study showed good agreement with measured data of experimental watersheds. The developed program predicted lower runoff than the conventional NRCS-CN method.

As a conclusion, this study proposes a new design direction which can simulate real runoff phenomena. And the developed program could be applied into runoff minimization design for a basin development.

**Key words:** NRCS-CN, land use distribution, flow accumulation, runoff characteristic

### 1. 서 론

급격한 도시화는 도시주변 기후변화, 홍수지체시간의 감소, 침수 및 총 유출량의 증가, 기저유출의 변화, 수질악화, 침투능 및 증발산량의 감소 등과 같은 다양한 문제를 유발시키고 있다.

본 연구에서는 토지이용의 변화와 함께 유출의 변화를 분석하고 이를 토대로 유역 개발 시 토지 이용도 배분 및 용도별 토지의 공간적 분포를 최적화시킴으로써 우수관리는 물론 개발에 따른 유역의 수문학적 영향을 최소화 할 수 있는 유역개발을 동시에 만족시킬 수 있는 설계기법을 제시하고자 한다. 토지이용을 지표화 할 수 있는 대표적인 기법으로는 NRCS-CN기법이 널리 알려져 있으며 최근에는 GIS나 인공위성영상을 이용한 토지이용도를 NRCS-CN 계수로 표현하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 NRCS-CN기법을 이용한 많은 유출특성 연구는 토지이용의 공간적 분포 특성을 무시하고 토지이용별 누적 면적에 의한 가중치만을 적용한 유역의 대표 CN 계수를 활용하고 있어 토지이용 분포를 고려한 유역의 유출특성을 기술할 수 없는 오류를 범하고 있다. 이와 같은 기존의 NRCS-CN기법이 내재하고 있는 문제점을 해결하고자 유역내 토지이용분포에

\* 정회원 · 영남대학교 건설환경공학부 토목공학전공 석사 · E-mail : [holon9900@ynu.ac.kr](mailto:holon9900@ynu.ac.kr)

\*\* 정회원 · 영남대학교 건설환경공학부 토목공학전공 교수 · E-mail : [kison@yu.ac.kr](mailto:kison@yu.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 영남대학교 건설환경공학부 토목공학전공 석사과정

따른 유출특성 변화를 표현할 수 있는 기법을 활용하여 적용가능성을 분석하였다. 도시화 정도와 그에 따른 유출의 변화를 분석하기 위한 방안으로서, GIS와 Moglen(2000)기법을 활용하였으며 이를 이용해 토지이용분포에 따른 유출량산정프로그램을 개발하고 개발된 프로그램을 이용하여 유출변화 양상을 모의하고, 현재 유출량 산정 시 이용되고 있는 가중유출기법과 비교·분석하였다.

## 2. 연구동향 및 이론

Moglen(2000)은 공간적 변화뿐만 아니라 다양한 CN값의 공간적 분포를 반영할 수 있는 기법을 제안하였다. 임의의 셀에서 유출은 근본적으로 경사가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르므로 결국에는 유출이 집중되는 위치는 이 경로를 통해 찾을 수 있다. 하위 셀로의 총유입량은 상위 셀로부터의 유입량과 해당 하위 셀로 떨어지는 강우량의 합으로 표현된다. 따라서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_d = \frac{[(\sum R_u + P) - I_a]^2}{(\sum R_u + P + S_d - I_a)} = \frac{[(\sum R_u + P) - 0.2 S_d]^2}{(\sum R_u + P) + 0.8 S_d} \quad (1)$$

여기서  $R_d$ (단위 : pixel-mm)는 특정 셀의 유출량이며  $\sum R_u$ (단위 : pixel-mm)는 모든 인접 상위 셀로부터의 유입량의 합이고  $S_d$ (단위 : pixel-mm)는 특정 셀의 최대잠재보류수량이다.

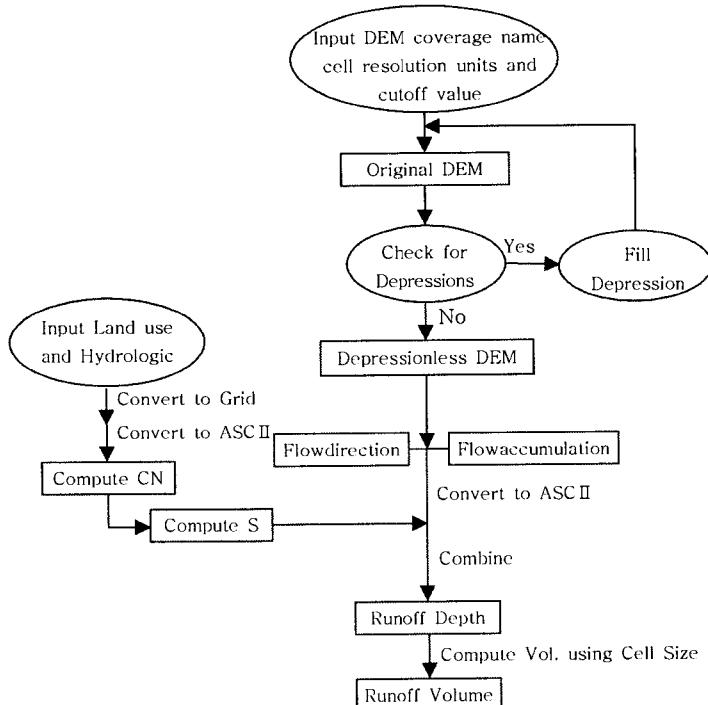


그림 1. 유출량산정 개념도

### 3. 유출량 산정 및 비교검토

시험유역의 선정기준은 도시화된 유역 또는 도시화가 진행되고 있는 유역인 동시에 현장 접근성과 실측치와의 비교분석이 가능한 경산유역을 시험유역으로 선정하였다.

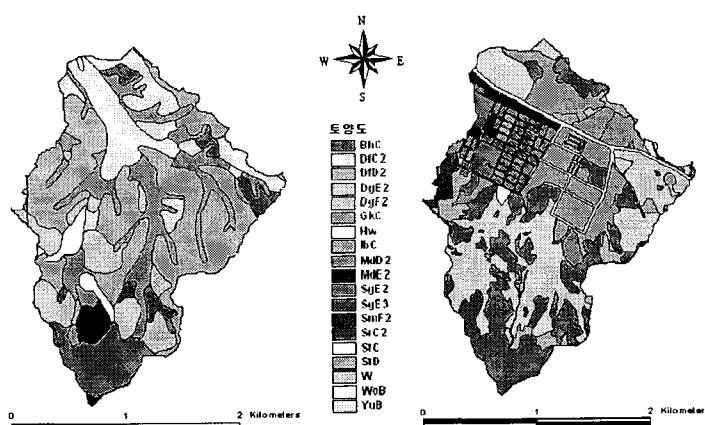


그림 2. 시험유역 토양도

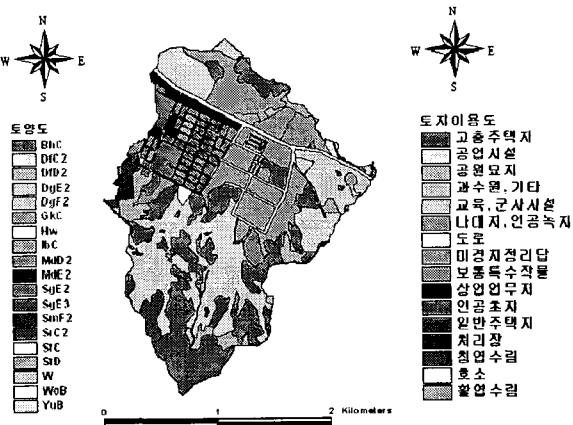


그림 3. 시험유역 토지이용도

표 1. 경산유역의 지형학적 특성

유역	유역면적 (km <sup>2</sup> )	유로연장 (km)	유역평균폭 (km)	형상계수 (A/L <sup>2</sup> )	평균표고 (EL.m)	유역 평균경사
경산	3.8153	2.89	1.33	0.463	76.0217	7.23

본 연구결과를 시험유역에 적용하여 유출특성을 분석 하였다. 유역으로부터의 총 유출량 산정을 위해서 기존의 SCS-CN기법을 활용한 L-THIA(Grove 등, 2001)를 시험유역에 적용한 윤라영 등 (2006)의 연구결과와 비교하였다.

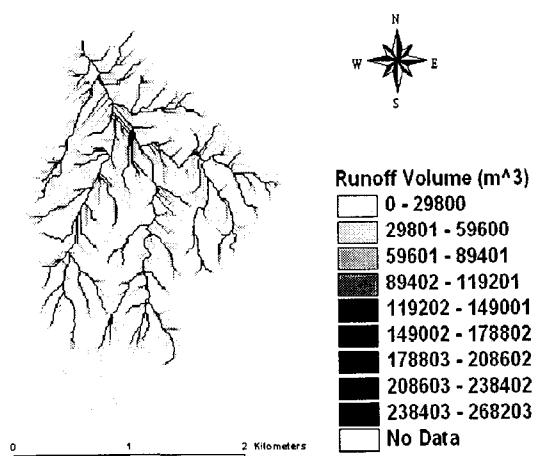


그림 4. 경산유역의 유출량  
(본 연구기법 적용)

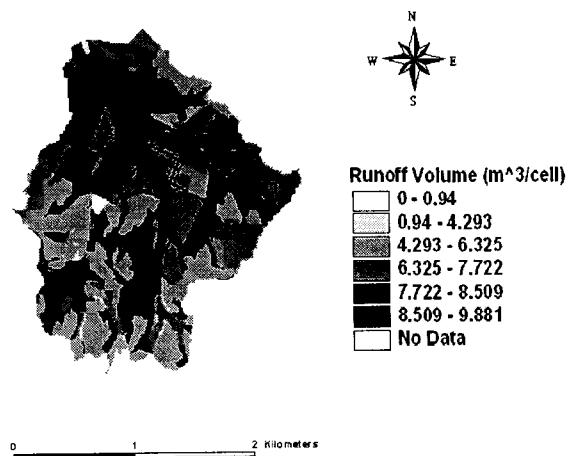


그림 5. 경산유역의 유출량  
(L-THIA 적용)

표 2. 경산유역의 유출량 산정결과

구분	실측	본 연구기법	가중유출기법 (L-THIA)
Runoff Volume( $m^3$ )	253,422.87	268,203.78	281,902.83

L-THIA는 토지이용의 변화에 따른 수문학적 영향 평가를 위한 간단한 분석 도구로서 유역의 장기간의 강우기록 데이터, 토지이용도, 토양도, CN(curve number)값을 이용해 산정된 일 유출량을 토대로 평균표면유출량, 비점원오염량을 구할 수 있다. 수년간의 기후데이터를 사용해 토지이용변화에 따른 평균값에 초점을 두고 장기간의 유출 특성을 빠르고 쉽게 평가를 할 수 있다는 장점을 가진다. 그림 6은 ArcView L-THIA extension에서 유출량과 비점원오염량을 산정하는 과정을 보여준다.

비교검토 결과 본 연구에서 개발한 프로그램은 흐름이 누적되는 과정에서 계속적인 저류량의 발생으로 유출량이 감소되어 가중유출기법에 비해 유출량이 작게 추정되었으며 실측치와 근접한 결과를 보였다.

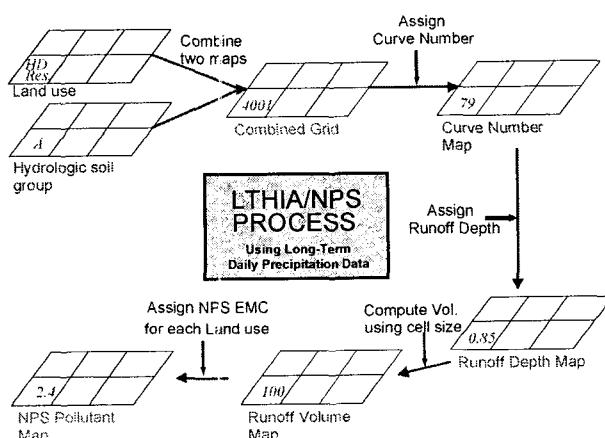


그림 6. L-THIA GIS 개요

#### 4. 결 론

본 연구에서는 Moglen기법을 이용한 토지이용분포에 따른 유출량산정프로그램을 개발하고 개발된 프로그램을 이용하여 유출변화 양상을 모의하고, 현재 유출량 산정 시 이용되고 있는 가중유출기법과 비교분석하였다. 아울러 실측치와의 비교를 위해 실측자료를 보유하고 있는 경산유역에 두 기법을 이용하여 시험유역에 대한 유출해석을 실시하고 유출특성을 비교·분석하였다.

현재 직접유출량 산정 시 이용되고 있는 가중유출기법은 공간적 토지이용분포변화를 반영한 유출특성을 나타내지 못하는 오류를 범하고 있다. 반면, 본 연구는 CN값의 공간적 구성을 고려해 흐름이 누적되어 발생되는 최종유출량을 산정하는 기법으로서 GIS를 이용해 유역의 지형학적 특성을 고려한 흐름방향 및 흐름누적격자를 구하고 유역 출구점에서의 유출량을 산정할 수 있음을 확인하였다.

이상의 연구결과를 활용하면 유역개발에 따른 수문학적 변화를 최소화하거나 토지이용의 공간적 재배열에 따른 수자원확보 등 유역수문환경을 최적화 시킬 수 있는 설계가 가능할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 김경탁(2003). 정밀토양도를 이용한 CN 산정에 대한 제안. 한국수자원학회지, 제 36권 4호, pp 45-53
2. 김현식, 오윤근, 윤연중, 김한준(2004). GIS 기법을 활용한 유출곡선지수(CN) 산정. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 04 학술발표회 특별세션/국제세션/발표논문 초록집, pp 221-221
3. 배덕효, 이병주, 정일원(2003). 위성영성 폐복분류에 대한 CN값 산정(I). 한국수자원학회논문집, 1226-6280, 제 36권 6호, pp 985-997
4. 채종훈, 정인주, 김상용(2004). GIS를 이용한 CN 산정시스템 구축. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 04 학술발표회 특별세션/국제세션/발표논문 초록집, pp 223-223
5. Z. Tang, B.A. Engel, B.C. Pijanowski, K.J. Lim(2005). Forecasting Land Use Change and its Environmental Impact at a Watershed Scale. Journal of Environmental Management 76, pp 35-45
6. Grove, M., J. Harbor, B.A. Engel, and S. Muthukrishnan(2001). Impacts of Urbanization on Surface Hydrology, Little Eagle Creek, Indiana, and Analysis of LTHIA Model Sinsitivity to Data Resolution. Physical Geography 22, pp 135-153
7. Glenn E. Moglen(2000). Effect of Orientation of Spatially Distributed Curve Number in Runoff Calculations. Jouranl of the American Water Resources Association, Vol 36, No 6, pp 1391-1400
8. Surendra Kumar Mishra and Vijay P. Singh. Soil Conservation Service Curve Number(SCS-CN) Methodology. pp 1-146
9. 윤라영, 손광익, 김동희, 권혁현, 신승철(2006). GIS L-THIA를 이용한 도시화에 따른 유출과 비점원오염 영향 평가. 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회 06 학술발표회, pp.1802-1806