

고해상도 수치정사 항공사진, 불투수층 레이어 그리고 Feature Analyst를 이용한 토지피복도 작성과 유출계수 산정

정진원* · Heather M. Cheshire** · 이우균***

Generating Land Cover Map and Estimating Runoff Curve Numbers Using High Resolution Aerial Orthophotos, Impervious Surface Layers and Feature Analyst

Jinwon Chung* · Heather M. Cheshire** · Woo-Kyun Lee***

* 한국건설기술연구원, GIS/LBS 연구센터

Email: ootto@kict.re.kr / Mobile: 010-9189-0248

** North Carolina State University, Center for Earth Observation

*** 고려대학교 환경생태공학부

요 약

유출계수(Runoff Curve Number, CN)란 강수량으로부터 대상구역의 유출량과 우수 잠재능(stormwater potential) 평가에 이용하는 수문학 변수로, 미국 자연자원 보존국(Natural Resources Conservation Service; NRCS)이 제안한 방법이다. 유출계수를 평가하기 위해서는 토지피복, 토양형, 토양 습윤 조건에 대한 정보를 조합하여 분석해야 한다. 본 연구의 목적은 미국 North Carolina의 Raleigh와 Cary시를 관통하는 Walnut Creek 유역 서부지역의 토지 피복도를 제작하여, 이 유역의 유출계수를 산정하는 것이다. 이를 위해서, 첫째 위의 불투수면 레이어와 정사항공사진을 기초자료로, ArcGIS와 Feature Analyst를 이용하여 서부 Walnut Creek 유역의 토지피복도를 제작하였다. 둘째, 제작된 토지 피복도와 본 유역의 수문학적 토양 분류체계도(Hydrologic Soil Group Map)를 중첩하여 이 유역의 유출계수도를 제작하였다.

I. 연구배경 및 목적

유출(runoff)이란 강수 현상 이후 여러 가지 원인으로 인해 토양 속으로 스며들지 않고 지표면을 흐르는 물이다. 이 유출량을 추정하기 위한 방법으로 미국 NRCS의 연구원이었던 Dr. Victor Mocus에 의해 제안된 유출계수법(Runoff Curve Number Method)이 적용된다(Ponce, 1996).

유출계수를 산정하기 위한 가장 기본적인 작업은 해당 유역의 토지 피복도를 제작하는 것이다. 토지피복도를 제작하는 일반적인 방법은 위성영상을 이용한 원격탐사법이다(Ragan *et al.*, 1980). 저해상도의 영상을 이용하여 토지피복도를 제작했을 경우 위성영상의 지형지물(feature)에 대한 표현력이 낮기 때문에 토지 피복도 제작시 각 지형지물별 mapping이 힘들었다. 따라서 유출계수를 위한 토지피복도 제작

시 주제별로 토지 구획하는 방법을 적용하였다(NRCS, 1986).

최근 들어서 고해상도 위성영상과 수치정사 항공사진이 이용되면서 원격탐사 환경이 변화하고 있다. 이러한 고해상도 영상의 예로 IKONOS와 QuickBird 영상, 그리고 USGS 고해상도 항공사진 등이 있다. 또한 미국의 도시들 중 일부는 최근 각종 수문학적 연구를 위한 불투수층(impermeable surface) 데이터를 제작, 확보하고 있다.

본 프로젝트는 North Carolina 주 Wake County에 있는 Raleigh와 Cary시의 불투수층 데이터와 USGS 고해상도 수치정사 항공사진(0.3m 해상도)을 주 자료로 Visual Learning Systems사의 Feature Analyst를 이용, 영상분할방법으로 위의 지역 중 일부인 Walnut Creek 유역의 토지피복도를 제작하고, 이로부터 유출계수를 산정하는데 그 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구대상지

본 연구의 대상지는 미국 North Carolina주 Wake County내의 Walnut Creek 유역의 서부지역으로 위도는 $35^{\circ}44'51''\sim 35^{\circ}47'45''N$, 그리고 경도 $78^{\circ}40'54''\sim 78^{\circ}46'56''W$ 에 위치하고 있다. 이 지역은 Figure 1의 항공사진 모자이크에 표현되었듯이 도시지역이면서 동시에 상당한 양의 산림이 혼재해 있다.

2. 사용된 소프트웨어

본 연구를 위해서 사용된 주 소프트웨어는 ESRI사의 ArcGIS 9.0, Spatial

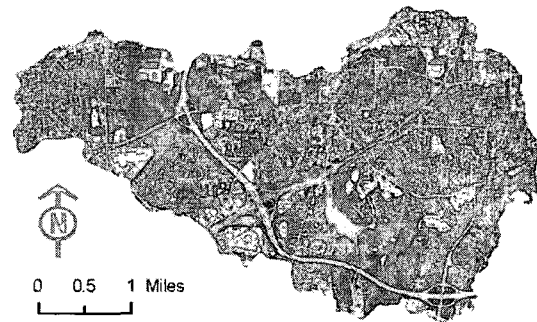


Figure 1. 연구대상지 (western part of Walnut Creek watershed)

Analyst, VLS사의 Feature Analyst 2.0이었다. Feature Analyst는 래스터 데이터로부터 벡터 포맷으로 지형지물을 추출하는 소프트웨어로 ESRI사의 ArcView, ArcGIS 혹은 Erdas Imagine에 익스텐션 형식으로 이용할 수 있다.

3. 연구방법

3.1 연구대상지 경계확정

첫 단계로는 각 과정에서 공통적으로 기본 데이터로 쓰이는 연구대상지의 경계도를 만드는 것이다. Hydro Unit Code (HUC) 14 digit의 North Carolina 유역도로부터 Walnut Creek 유역을 선택 추출한 후, LiDAR로 제작된 2 feet 간격의 등고선도와 함께 ArcGIS에 launching하여 hand digitizing을 통해 대상유역의 서부지역을 분리하였다.

3.2 수문학적 토양도 제작

두 번째 단계로 수문학적 토양도를 제작하였다. 우선 Wake County의 토양도를 입수한 후, 이를 연구대상지 경계 모양으로 잘라내었다. 그리고 난 후 ArcGIS를 이용하여 수문학적 토양 대조표와 join을

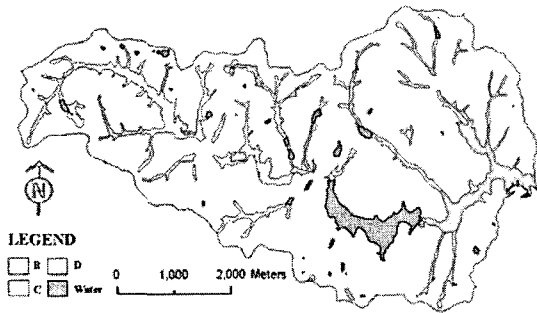


Figure 2. 수문학적 토양도

수행하였다. 이를 통해 일반 토양도를 수문학적 토양도로 재분류하였다. 위의 Figure 2는 수문학적 토양도를 도식한 것이다.

3.3 토지피복도 제작

토지피복도를 제작하기 위한 첫 단계는 분류체계를 정하는 일이었다. 이 체계를 정하기 위하여 미국의 NRCS에서 발행한 Technical Release 55의 Chapter 2에 있는 분류표를 참고하였으며, 편의상 불투수층(Impervious Surface), 산림(Trees and Shrubs), 개방지(Open Space), 그리고 수계(Water Bodies)의 네 가지로 분류하기로 정했다. 이 네 가지 항목 중 불투수층과 수계 데이터는 이미 입수하고 있었기에, Feature Analyst를 이용하여 산림 레이어를 제작한 후, 위의 세 항목에 해당하지 않는 부분은 모두 개방지로 간주한다는 원칙을 세웠다.

그리하여 USGS에서 제공한 0.3m 해상도의 컬러 수치정사 항공사진 23개의 도엽으로부터 Feature Analyst를 이용하여 산림 레이어를 추출하였다. 그리고 난 후 예상치 못했던 gap들을 제거하기 위해 ArcGIS의 익스텐션 중 하나인 Spatial Analyst의 Neighborhood Statistics 기능을 이용하였다.

이렇게 만들어진 산림 레이어와 불투수층, 그리고 수계 레이어를 통합한 후 유역 전체 경계도에서 위의 통합 레이어를 제거한 후, 이를 개방지로 재분류하였다. 그리하여 위의 네 레이어를 통합하여 해당 유역의 토지 피복도를 완성하였다.

3.4 유출계수도 제작

앞의 2절에서 제작한 수문학적 토양도와 3절에서 제작한 토지피복도를 중첩하여 새로운 지도를 제작하였다. 이 지도의 각 폴리곤은 토지피복의 종류와 해당되는 수문학적 토양종류의 정보를 모두 가지고 있는데, 아래의 Table 1에 의해 해당되는 유출계수를 할당하였다. 그리하여 유출계수도를 완성하였다.

Table 1. 토지피복과 수문학적 토양별 유출계수

HSG \ 토지피복	A	B	C	D
불투수층	98	98	98	98
산림	30	55	70	77
개방지	39	61	74	80
수계	N/A	N/A	N/A	N/A

Source: NRCS, 1986

III. 결과 및 고찰

Figure 3은 본 유역의 완성된 토지피복도이다. 붉은 부분과 파란 부분은 각각 불투수층과 수계를 나타낸다. 또한 짙은 녹색 부분은 산림이며, 연한 녹색 부분은 개방지이다.

또한 Figure 4는 토지피복도(Figure3)와 수문학적 토양도(Figure2)를 중첩하여 얻은 유출계수도이다. 이 유출계수도 각 폴리곤에 해당하는 유출계수들을 통해 통합유출계수(integrated runoff curve number)를 구할 수 있으며, 해당 유역의

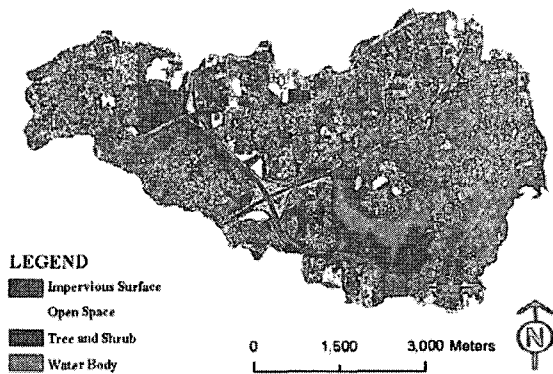


Figure 3. Western Walnut Creek 유역의 토지피복도

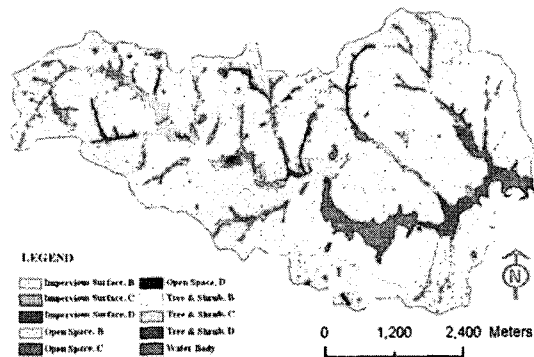


Figure 4. Western Walnut Creek 유역의 유출계수도

강수량을 알 경우 통합유출계수를 이용하여 본 유역의 유출량을 추정할 수 있다.

저해상도 영상을 이용하여 유출계수를 구할 때 토지구획별로 토지피복도를 제작했던 것과는 달리, Feature Analyst를 이용한 방법에서는 토지구획 내의 주요 지형지물들까지도 비교적 정확하게 묘사할 수 있었다. 하지만 두 방법에 의해 각각 제작된 토지피복도로부터 각각 추정된 유출계수들에 대한 정확성 비교는 아직 수행되지 않았기에, 앞으로 연구 가능성이 있다고 사료된다.

본 방법에 의해 제작된 토지피복도가 지형지물을 표시하기에 섬세하기는 하지만, 최초에 분류체계를 네 가지로 간단히 지정했기 때문에 가능한 모든 지형지물을 다 표현해 주고 있지는 않다. 이러한 이유

로 이 방법에 의해 산출된 유출계수 역시 실제치와는 어느 정도 차이가 있으리라 생각된다.

IV. 결론

본 연구에서는 이미 정확하게 제작된 불투수층 데이터와 고해상도 항공영상, 그리고 Feature Analyst를 이용하여 토지피복도를 제작하였고, 이로부터 해당지역의 유출계수를 산정하였다.

이 방법을 통해 더 섬세한 토지피복도를 작성할 수 있었으며, Raleigh와 Cary 이외의 다른 지역에서 유출계수와 다른 수문학적 지수들을 추정하는데 있어서 본 방법이 매우 유용하리라 사료된다.

V. 참고문헌

Natural Resources Conservation Service (NRCS), United States Department of Agriculture (USDA). (1986). Chapter 2: Estimating Runoff. *Urban Hydrology for Small Watersheds (Technical Release 55)*. Retrieved January 03, 2005, from ftp://ftp.wcc.nrcs.usda.gov/downloads/hydrology_hydraulics/tr55/tr55.pdf

Ponce, V. M. (1996). *Notes of my conversation with Vic Mockus*. Retrieved April 23, 2005 from <http://mockus.sdsu.edu>

Ragan, R. M., & Jackson, T. J. (1980). Runoff Synthesis Using Landsat and SCS Model. *Journal of the Hydraulics Division*, 106 (HY5), 667-678.