

## NOAA AVHRR 영상 및 GIS 기법을 이용한 국내 5대강 유역의 용설 매개변수 추출

신형진\* · 박근애\*\* · 김성준\*\*\*†

\*건국대학교 일반대학원 사회환경시스템공학과 박사과정

\*\*건국대학교 일반대학원 지역건설환경공학과 박사과정

\*\*\*건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 교수

### Extraction of Snowmelt Parameters using NOAA AVHRR and GIS Technique for 5 River Basins in South Korea

Hyung Jin Shin\*, Geun Ae Park\*\*, and Seong Joon Kim\*\*\*

\*Doctoral Student, Dept. of Civil and Environmental System Eng., Konkuk Univ.

\*\*Doctoral Student, Dept. of Rural Eng., Konkuk Univ.

\*\*\*Professor, Dept. of Civil and Environmental System Eng., Konkuk Univ.

**Abstract :** The few observed data related snowmelt was the major cause of difficulty in extracting snowmelt factors such as snow cover area, snow depth and depletion curve. Remote sensing technology is very effective to observe a wide area. Although many researchers have used remote sensing for snow observation, there were a few discussions on the characteristics of spatial and temporal variation. Snow cover maps were derived from NOAA AVHRR images for the winter seasons from 1997 to 2006. Distributed snow depth was mapped by overlapping between snow cover maps and interpolated snowfall maps from 69 meteorological observation stations. Model parameters (Snow Cover Area: SCA, snow depth, Snow cover Depletion Curve: SDC) building for 5 major watersheds in South Korea. Especially SDC is important parameter of snowmelt model.

**Key Words :** NOAA/AVHRR, Snow Cover Area, Snow Depth, Snowmelt, Snow cover Depletion Curve.

**요약 :** 용설 모형의 중요 매개변수인 적설분포면적은 실제 우리나라에서 적설과 관련한 관측 자료의 부족으로 인해 매개변수 추정이 어렵다. 이러한 문제점 해결을 위해 원격탐사기법을 활용하여 적설분포면적을 추출하였다. 본 연구에서는 1997년부터 2006년까지의 겨울철 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)의 AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) 위성영상의 8 sets의 총 108개 영상을 이용하여 적설분포면적을 추출하였고, 기상청의 지상기상관측소의 최심적설심 자료를 이용하여 GIS 자료를 구축함으로써 적설심의 공간적 분포를 추출하였다. 이를 국내 5대유역인 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역에 대하여 용설모형의 주요 매개변수인 적설분포면적, 유역 평균, 최대 적설심과 적

설분포감소비곡선을 구축하였다. 그 중 적설분포면적감소곡선 (SDC : Snow cover Depletion Curve)는 적설분포면적의 감소형태를 나타내주는 지표로서 융설의 가장 민감한 매개변수이다. 이를 국내 5대강 유역에 대해 구축하여 정량화하였다.

## 1. 서론

우리나라의 경우 여름철 하천유량에 비해 봄철 융설량의 양이 상대적으로 적기 때문에 국내유역 유출모의에서 적설 및 융설 모의는 무시되어왔으나 지형적으로 70%정도가 산악지역인 점을 감안할 때 지형적영향에 의해 국지 규모의 다양한 기후 특성과 수문변화가 나타나고 북동부 산악지형의 경우, 강수의 빈도 및 수량이 계절적 특성에 따라 현격한 차이가 발생함에 따라 수자원의 양적측면의 평가에서 겨울철 적설과 봄철 융설 영향에 대한 연구가 필수적이다. 이는 특히 최근 겨울에 발생한 바 있는 영동 및 중부지방의 폭설에 의한 피해도 경감시킬 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 생각된다.

장기 유출 모형으로 융설에 의한 유출분석을 하기 위하여 융설모형의 매개변수 구축이 필요하다. 국내와 같이 적설 및 융설에 대한 관측자료가 미흡한 실정에서는 관측자료 이외의 융설에 대한 매개변수를 선정 및 추정하는 방법이 고려되어야 한다. 따라서 기존의 관측자료를 토대로 GIS, RS 기법을 적용하여 변수들을 추정 및 선정하는 방안을 고려하였다. 국외의 경우, GIS 및 RS를 이용한 융설 매개변수 추정이 1970년대 부터 활발히 이루어지고 있다. Rango 등 (1976)은 Landsat/MSS 인공위성자료를 사용하여 적설분포지역을 감독, 무감독 분류하여 원격탐사에 의한 고해상도의 적설분포면적 추출을 가능하게 하였다. Baglio 등 (1989)은 NOAA AVHRR 자료를 사용하여 적설분포 매핑 시스템을 시험하였다. Kazama 등 (1995)은 NOAA AVHRR 자료를 사용하여 밴드의 특성으로 적설분포를 추출하는 것을 연구하였다. Simic 등 (2004)은 캐나다 관측소의 적설심 자료를 바탕으로 SPOT-4, MODIS, NOAA 위성들의 적설분포를 비교 분석하였으며 본 연구에서는 국내 5대강 유역을 대상으로 하여, NOAA AVHRR 위성영상을 이용하여 융설모형의 주요 매개변수인 적설분포면적과 적설분포감소비곡선을 구축하였다. 그 중 적설분포면적감소곡선을 국내 5대강 유역에 대해 구축하여 정량화하였다.

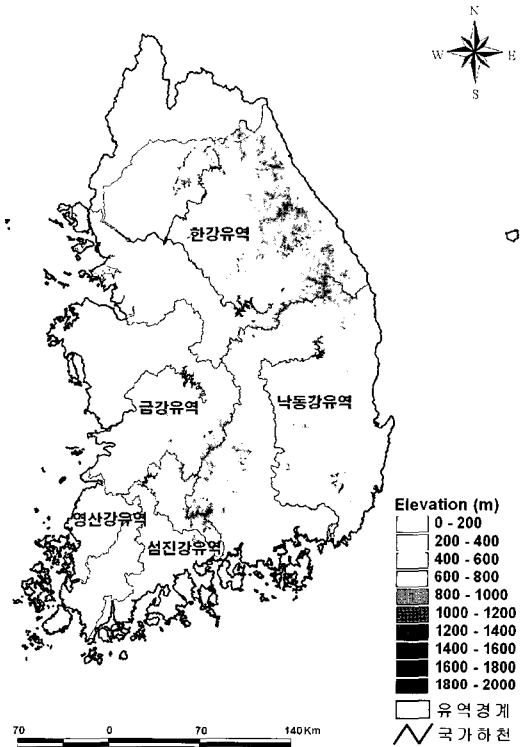


Fig. 1. Study area.

## 2. 대상유역의 개요

본 연구에서는 국내 5대 유역인 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역에 대하여 융설모형의 주요 매개변수인 적설분포면적, 유역 평균, 최대 적설심과 적설분포 감소비곡선을 구축하였다. 5대 유역의 위치는 Fig. 1과 같다.

## 3. RS 및 GIS를 이용한 적설분포면적 및 적설심 자료 구축

NOAA AVHRR 위성영상 자료와 GIS의 표면내삽기법을 이용하여 적설분포지역 및 적설심을 추출하였다.

1) NOAA AVHRR 위성영상을 이용한 적설분포지역 추출

Kazama 등 (1995)에 의하면 알베도 값으로 변환된 채널 1번으로부터 임계값을 이용하여, 구름, 얼음, 및 적설지역을 추출하였다. 임계값 선정은 시행착오법에 의한 수동보정방법을 사용하여 각각의 영상마다 값을 결정하였다. 알베도를 나타내는 채널 1번은 임계값을 기준으로 높은 알베도 값을 가지는 바다, 구름, 얼음, 적설지역과 대비되는 육지를 분리하였다. 육지가 제거된 영상을 다시 채널 4번의 영상과 합성한 후 다시 임계값을 결정하여 높은 구름을 제거한다. 습도값으로 변환된 채널 3번영상 중 채널 1번, 4번에서 선정된 지역을 대상으로 임계값을 결정하여 낮은 구름을 제거하여 최종 적설분포지역을 추출하였다.

적설의 가능성이 있는 11월부터 4월까지의 자료를 사

용하기 위해 1997년 11월 1일 부터 1998년 4월 31일을 한 Set로 2006년까지 속성과일이 없는 99년을 제외한 8 sets를 분석하였으며, NOAA AVHRR 위성영상은 하루에 2-4개의 영상을 관측하여 8 sets동안 총 약 2000여개의 영상들 중에서 AVHRR 센서는 광학센서 이므로 대상지역이 구름으로 많이 덮여 있는 경우 정보를 얻을 수 없으므로 구름의 양이 많거나 훼손된 영상을 제외한 108개의 영상을 분석하였고 각 Set별 임계값의 범위는 영상의 질이 좋을수록 범위가 일정했으며 임계값의 범위와 각 Set별 평균값과 사용된 영상의 수는 Table 1에 정리하였다.

2) 지상기상관측소와 GIS 기법을 이용한 적설심 추출

남한전체 적설심 분포 추출을 위해 69개의 지상기상관측소의 최심 적설심 자료와 INTERPOL TOOL을 사

Table 1. Threshold range and average.

Set	임계값 범위			임계값 평균			영상 수
	ch1	ch4	ch3	ch1	ch4	ch3	
97-98	5 ~ 8	-14 ~ -3	-6 ~ 10	7	-8	4	17
99-00	2 ~ 5	-14 ~ 0	-1 ~ 15	4	-8	3	8
00-01	4 ~ 20	-20 ~ 30	-15 ~ 14	8	-5	7	7
01-02	13 ~ 20	-8 ~ 0	6 ~ 10	17	-3	9	17
02-03	12 ~ 21	-2 ~ 6	5 ~ 25	17	0	10	9
03-04	10 ~ 25	-15 ~ 1	5 ~ 13	16	-7	8	12
04-05	10 ~ 22	-12 ~ -6	5 ~ 15	17	-10	10	21
05-06	14 ~ 25	-8 ~ -12	8 ~ 14	19	-9	10	17
	2 ~ 25	-20 ~ 30	-15 ~ 25	10	-5	6	108

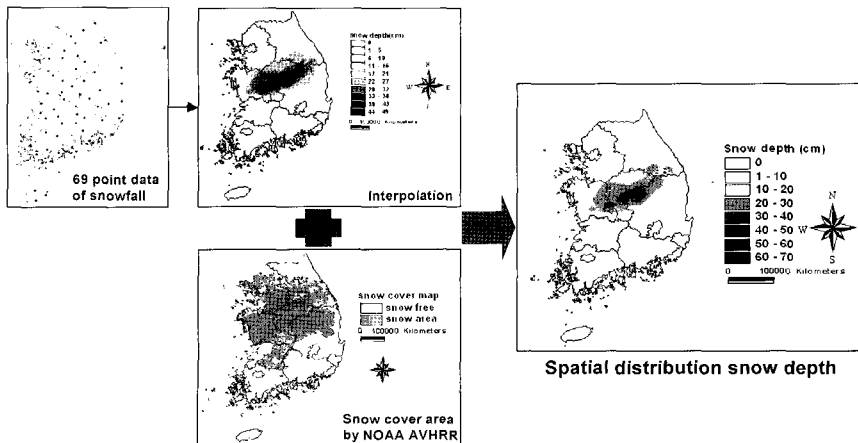
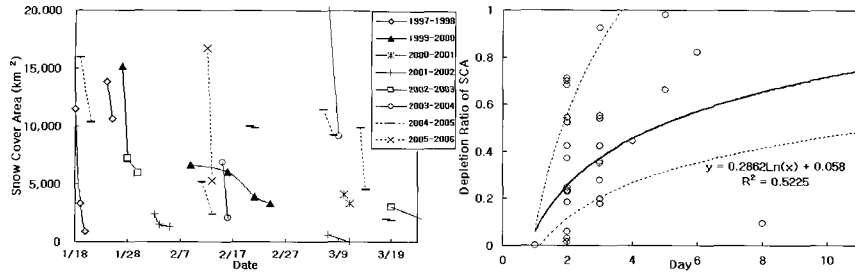
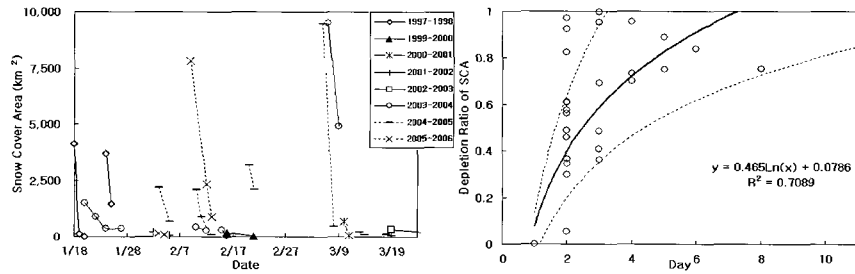


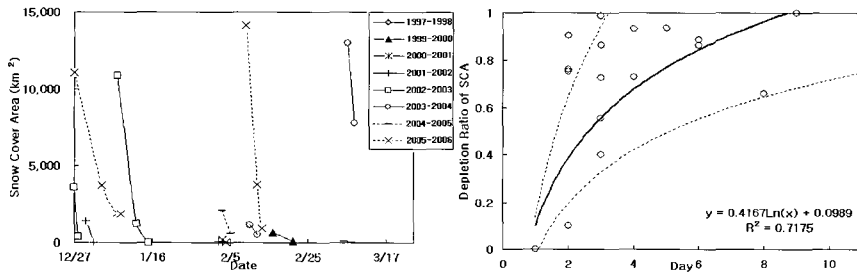
Fig. 2. Distribution snow depth from GIS data and SCA.



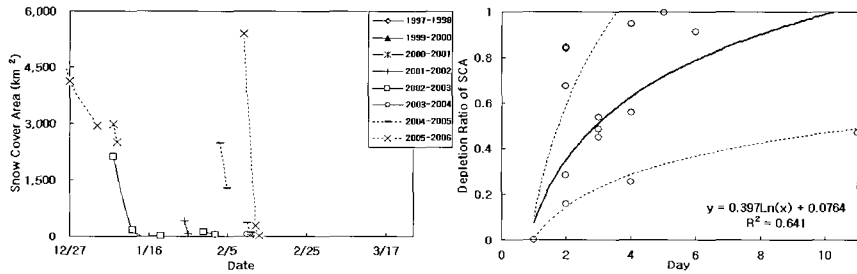
(a) 한강유역



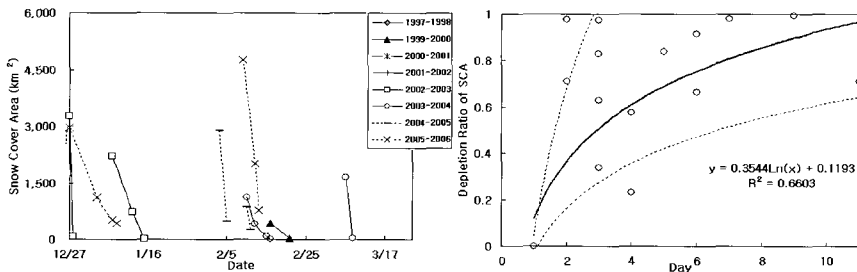
(b) 낙동강유역



(c) 금강유역



(d) 영산강유역



(e) 섬진강유역

Fig. 3. Depletion curve of SCA for five river basins in South Korea

용하여 GIS 자료를 구축하였고 이 TOOL은 보간법 중에 하나로서 각 벡터 자료의 point에 부여된 값을 사용 거리가중평균으로 나머지 픽셀의 값들을 추정한다. 이 방법을 통해 point 데이터를 연속적인 surface로 만들어서 각각의 픽셀에 속성값을 부여했다. 적설심 공간분포도와 적설분포지역과 중첩하여 적설분포에 따른 적설심을 추출하는 과정은 Fig. 2와 같다.

#### 4. 적설분포면적과 유역 평균, 최대 적설심 및 기온자료

국내 5대 유역의 8sets 적설분포면적과 유역 평균, 최대 적설심, 평균, 최저 기온을 각 유역의 온도에 따른 적설분포면적 및 적설심의 분포 양상을 비교하였다. 그 결과 적설분포면적과 적설심은 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 5. 적설분포면적 Depletion Curve

용설모형의 중요 매개변수인 적설면적감소곡선은 실제 우리나라에서 관측 자료의 부족으로 인해 매개변수 추정이 어렵다. 적설분포면적감소비를 구하기 위해서 적설분포가 있는 기간부터 다음 적설분포가 있는 기간 사이의 기상자료에서 신설이 발생하지 않았을 경우의 자료만 사용하였다.

5대 유역의 적설면적감소비 자료 전체를 비선형회귀식을 이용하여 Fig. 3에 나타내었다. 그 결과 한강유역의 상관계수는 0.52, 낙동강유역의 상관계수는 0.71, 금강유역의 상관계수는 0.72, 영산강유역의 상관계수는 0.64, 섬진강유역의 상관계수는 0.66로 분석되었다.

#### 6. 국내 5대 유역의 용설영향인자 선정

위성영상을 이용하여 적설분포면적을 추출하여 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역을 대상으로 각 유역의 적설면적감소비곡선을 산출하였다. 그 결과 섬진강유역을 살펴보면 비슷한 위도의 낙동강유역보다 적

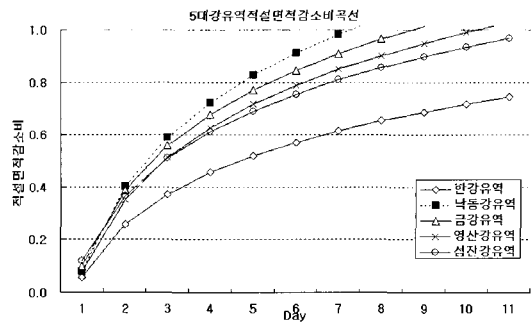


Fig. 4. Depletion curve ratio of SCA using non linear regression by five river basins in South Korea.

설면적의 감소가 완만한것을 확인할 수 있다. 이는 기상학적으로 우리나라의 대설은 지역적으로 편중되는 특징을 보이는데 대관령을 중심으로 한 강릉, 속초 일대인 영동지역과, 울릉도 지역 및 호남 지역이 특히 그렇다.

한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역의 적설면적감소비 곡선을 동시에 비교해본 결과(Fig. 4) 낙동강유역에서 적설면적의 감소가 가장 빠르게 진행되며 한강유역에서 가장 천천히 진행되는 것을 확인할 수 있다.

#### 7. 요약 및 결론

본 연구에서는 NOAA AVHRR 위성영상을 이용하여 적설분포면적을 추출하였고, 기상청의 지상기상관측소의 최심적설심 자료를 이용하여 GIS 자료를 구축함으로써 적설심의 공간적 분포를 추출하였다.

NOAA 영상은 1.1×1.1km의 공간해상도를 가지고 있어 대륙적 혹은 전지구적 규모의 자료를 수집하고 저장할 수 있다. NOAA 영상을 사용하여 국내 적설분포면적을 추출하기 위해서는 영상 선정과 Snow area와 Snow/Cloud cover map 을 구분 짓는 임계값의 선정이 매우 중요한 요소로 작용하게 된다.

적설분포면적감소곡선은 적설분포면적의 감소형태를 나타내주는 지표로서 용설의 가장 민감한 매개변수로 이를 국내 5대강 유역에 대해 구축하고 정량화하였다.

이는 국내 수자원 계획 및 관리를 위한 미계측 유역의 관측 자료로 활용되어 장기 유출 모형의 입력자료로 사용된다.

## 감사의 글

본 연구에 사용된 NOAA AVHRR 인공위성 자료 및 기상자료는 기상청으로부터 제공받았으며, 21세기 프론티어 연구개발 사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-9-2)과 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R01-2006-000-10343-0).

## 참고문헌

- Baglio, J. V. and E. W. Holroyd, 1989. Methods for operational snow cover area mapping using the advanced very high resolution radiometer: San Juan Mountains Test Study, Research Technical Report, U.S. Geological Survey, Sioux Falls and U.S. Bureau of Reclamation, Denver.
- Kazama, S., 1995. Study on Water Cycle in Middle Scale Region, Japan, Dept. Civil Eng. Tohoku University.
- Rango, A. and K. I. Itten, 1976. Satellite Potentials in Snowcover Monitoring and Runoff Prediction, *Nordic Hydrology*, 7: 209-230.
- Simic, A., R. Fernandes, R. Brown, P. Romanov, and W. Park, 2004. Validation of VEGETATION, MODIS, and GOES+SSM/I Snow-Cover Products over Canada Based on Surface Snow Depth Observations, *Hydrological Process*, 18: 1089-1104.