# NOAA/AVHRR 영상을 이용한 적설분포 및 적설심 추출

Extraction of Snow Cover Area and Depth Using NOAA/AVHRR Images

강수만*·권형중·김성준(건국대)
Kang, Su-Man · Kwon, Hyung-Joong · Kim, Seong-Joon

Abstract

The shape of a streamflow hydrograph is very much controlled by the area and depth of snow cover in mountain area. The purpose of this study is to suggest extraction methods for snow cover area and depth using NOAA/AVHRR images in Soyanggang watershed. Snow cover area maps ware derived form channel 1, 3, 4 images of NOAA/AVHRR based on threshold value. In order to extract snow cover depth, snow cover area maps were overlaid daily snow depth data form 7 meteorological observation stations. Snow cover area and depth was mapped for period of Dec. 2002 and Mar. 2003. For evaluating snowmelt changes, depletion curve was created using daily snow cover area in the same period. It is necessary to compare these results with observed data and check the applicability of the suggested method in snowmelt simulation.

## 1. 서 론

융설(snowmelt)이란 추운 기간 동안 눈이 쌓여 있다가 기온의 상승에 따라 눈이 녹아 유출되는 것을 말한다. 그러나 우리나라는 눈의 양이 강원도 산간지방을 제외하고는 많지 않을 뿐만 아니라, 하천 유량에 미치는 영향은 홍수기 하천유량에 비해 상대적으로 적어 융설에 관한 연구가 현재까지는 매우 미흡하고 중요성도 떨어질지는 모른다. 그러나 수자원 관리계획, 갈수량 분석, 가뭄연구 혹은 수십 년의 장기간에 걸친 연속적인 유출해석을 위해서 융설은 필수적이다. 즉 유출모형에서 일반적으로 수문 순환의 각 과정과 융설의 현상을 모의 할 수 있는 모형이 필요하고, 그에 따른 매개변수가 매우 중요한 것이다.

오랫동안 사용되어온 탱크 모형도 적설 및 융설 모의를 위한 탱크가 추가되어 유출을 모의 할 수 있다. 그렇지만 농업 수자원 측면의 적설 및 융설 모의는 무시되어 왔으며, 대부분의 연구나 실무 작업에서 융설의 영향이 분석되어 오지 않았다. 이러한 문제점으로 국내에서는 융설 모형의 필요성은 인식하면서도 융설에 관련된 자료의 부족 및 매개변수 추정의 문제 등으로 외국에서 개발한 모형 또는 매개변수를 그대로 적용하고 있다.

우리나라에서도 최근, 배 등 (1998)은 내린천 유역을 대상으로 장기 유출모형(NWS)을 이용하여 융설의 영향에 대한 연구한 바, 장기유출 모의 시 융설의 영향이 중요한 것으로 분석하였으며, 하천 봄철의 하천 유출량의 정확한 모의를 위해서는 융설 모형의 도입이 필수적이라고 제언한 바 있다. 이 등 (2003)은 소양강댐 및 충주댐을 대상 유역으로 탱크모형에 적설 및 융설을 매개변수로 선정하여 모의한 바, 소양강댐 유역의 3~4월 기간의 8년 평균을 비교할 때 융설 유출을 고려한 경우가 고려하지 않은 경우보다 유출량이 크게 모의되었으며, 그 양은 관측 유출량의 약 1/5에 이른다고 분석하였다. 임 등 (2004)은 소양강 유역을 대상으로 SLURP 모형을 이용하여 융설과 관련된 매개변수를 이용하여 유출분석을 한 바 있다. 이러한 연구들을 미루어 볼 때, 융설에 관한 모의가 필요하고, 이를 위한 입력 자료의 생성 및 관측은 우리나라 수자원의 지속적 활용을 위해 필수적이다.

본 연구에서는 RS/GIS의 기법으로, NOAA/AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration/ Advanced Very High Resolution Radiometer) 위성영상 자료를 이용하여 위에서 설명한 융설과 관련된 매개변수인 적설분포지역 및 소양강댐 유역의 적설심을 추출하고자 한다.

2005년 한국농공학회 학술발표회 논문집(2005년 10월 28일)

## 2. 대상지역 및 자료

NOAA 위성은 미국 해양대기청에 의해 운영되고 있는 제 3세대 기상관측 위성이다. 이 위성의 이용목적은 정상적인 기상업무이며, 동일지점을 하루에 최소 2회 관측이 가능하므로 시계열적인 자료의 확보가 가능한 위성이다.

지표면의 적설분포 지역의 추출을 위해 NOAA위성에 탑재되어 있는 AVHRR 센서 의 5개 채널 중 눈, 얼음, 구름, 지표면과 연관성을 가지고 있는 1번, 3번, 4번의 3개 채널을 사용하였다. NOAA 영상자료는 2002년 11월부터 2003년 3월까지 월별로 상순, 중순, 하순으로 구분하여 대상지역의 구름의 양이 적고 비교적 맑은 날의 영상 10장을 이용하였다. 지상기상관측자료는 강원도 북부 7개소(속초, 철원, 대관령, 춘천, 강릉, 인제, 홍천)의 일별 최심적설심 자료를 사용하였다 (그림 1).

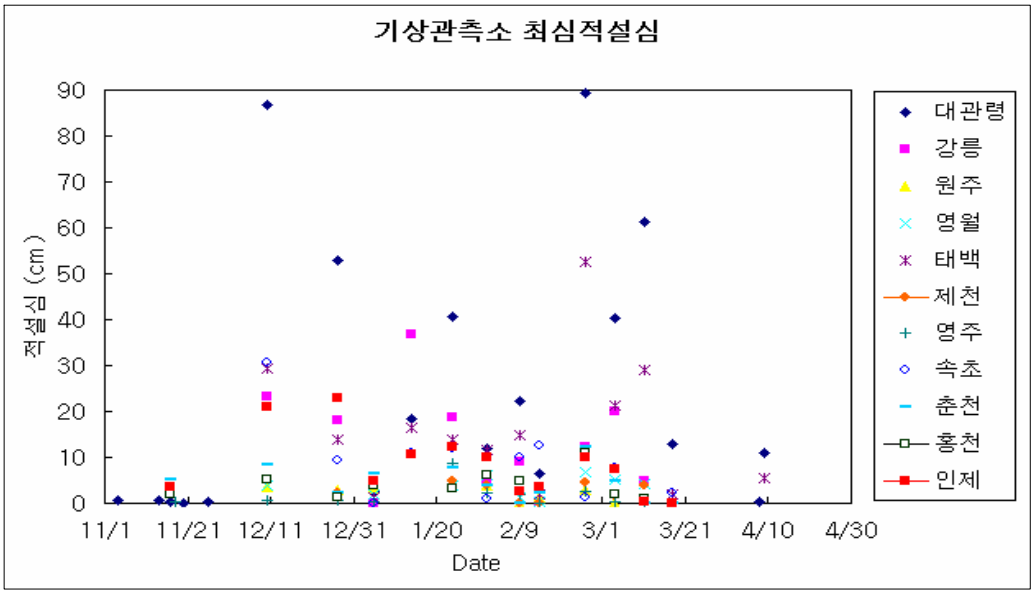


그림 1. 최심적설심 (2002.11.~2003.03)

## 3. 적설분포 추출

본 연구에 사용된 기상청의 NOAA/AVHRR 위성 영상은 8bit 자료로서 제공되며, 256개의 값은 0-255의 화소값 범위를 가지고 있다. 지표면의 상태에 따른 반사특성을 반영할 수 있도록 자료의 변환이 필요하다. NOAA위성 영상의 특성에서 설명한 바와 같이 각각의 영상에는 채널별로 참조파일 nct 파일이 있다. 이 파일을 IDRIS라는 RS(Remote Sensing)분석 프로그램을 사용하여 lookup table을 이용 알베도(albedo), 복사휘도(temperature), 습도(moisture)로 변환하였다. 적설분포면적 추출의 과정은 그림 2와 같다.

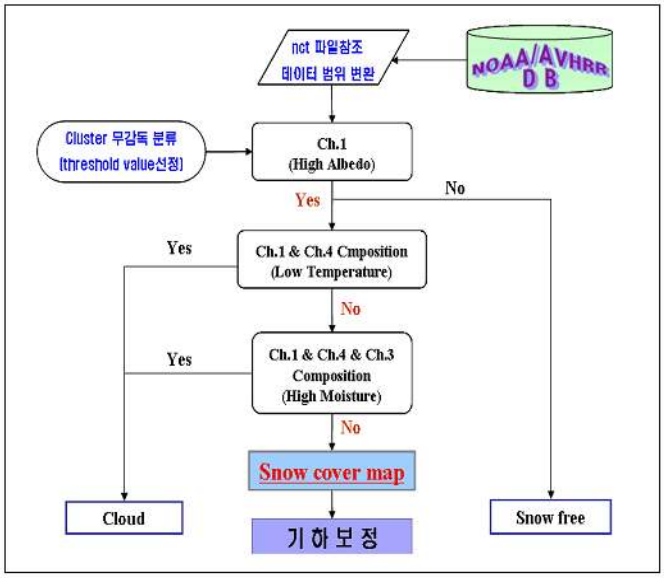


그림 2. 적설분포 추출 알고리즘

알베도 값으로 변환된 채널 1번으로부터 임계값(threshold value)을 이용하여 구름, 얼음 및 적설 지역을 추출하였다. 임계값의 선정을 위하여 채널 1번 영상을 5개의 항목(적설 지역, 비적설 지역, 바다, 높은 구름, 낮은 구름)으로 무감독 분류를 실시한 후, scattergram 분석을 통하여 임계값을 선정하였다. 채널 1번 영상에서 선정된 지역을 대상으로 복사 휘도 값으로 변환된 채널 4번 영상과 합성(image overlay)하고 이 영상을 일정한 임계값으로서 높은 구름을 제거하였다. 채널 1, 4번 영상에서 선정된 지역을 대상으로 습도 값으로 변환된 채널 3번 영상을 이용하여 같은 방법으로 합성하고 일정한 임계값으로서 낮은 구름을 제거하여 최종 적설분포 지역을 추출하였다 (그림 3).

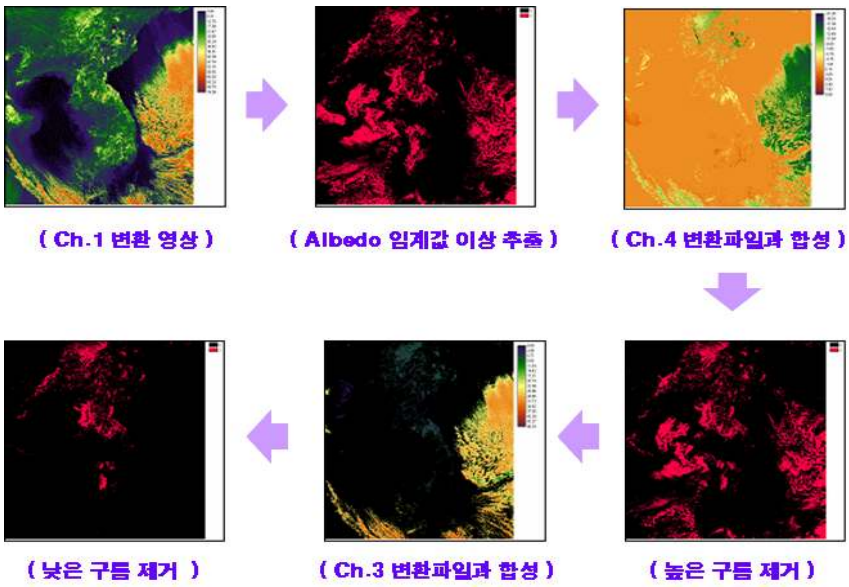


그림 3. 적설분포 추출 과정

추출과정을 거쳐 기하보정까지 거친 2002년 11월 상순부터 2003년 3월 중순까지 추출된 순별 적설 분포면적은 그림 4에 정리하였다.

그림 4. 2002년 11월 ~ 2003년 3월 적설분포 추출 결과

**4. 적설심 추출**

본 연구에서 사용된 소양강 유역의 적설심을 추출하기 위해 먼저 소양강댐 유역에 우리나라 북부 7개 관측소(속초, 철원, 대관령, 춘천, 강릉, 인제, 홍천) 지역의 최심 적설심 자료를 사용하여 GIS 자료를 구축한다(그림 5). 이 GIS 자료는 적설심 자료를 표면 내삽기법(surface interpolation)을 하게 된다. 북부 7개 기상자료를 가지고 만들어진 GIS 자료를 이용하여 앞에서 추출된 적설분포지역과 중첩하여 소양강댐 유역의 적설심을 추출해 보면 그림 6과 같다.

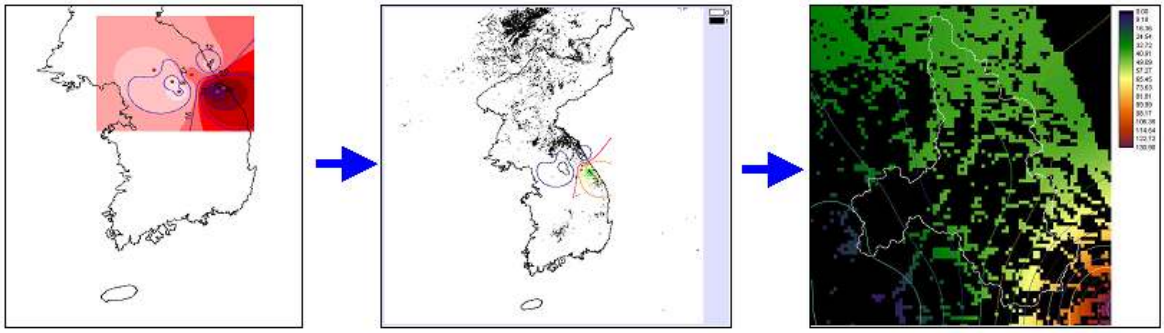

그림 5. 지상기상관측소의 최심 적설심 자료를 이용한 소양강댐 유역의 적설심 추출과정

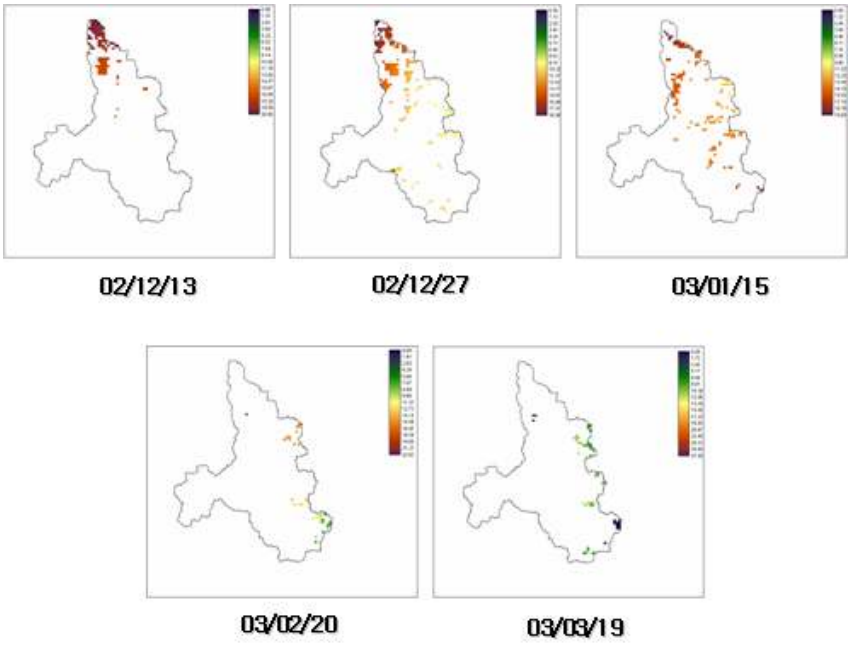


그림 6. 소양강댐 유역의 적설심 추출

### 5. 적설면적감소곡선 (Depletion Curve)

적설면적 감소곡선(Depletion curve)은 외국에서 SDC(Snow cover Depletion Curve)라고 불리며, 적설면적의 감소형태를 나타내 주는 지표이다. 또한 눈의 양이 많고 일 년 내내 눈이 녹지 않는 외국(Alps, Alaska, Canada 등)에서는 면적감소곡선의 기간은 일 년이지만 4계절을 가지고 있는 우리나라에서는 겨울에 한정된다. 더구나 우리나라의 최대 적설량이 내리는 시기는 12월 말부터 1월에 최대 적설양이 내리기 때문에 주로 적설면적 감소곡선은 약 4개월 정도로 한정된다. 그림 7은 소양강댐 유역을 적설분포 면적감소곡선을 고도별로 나타낸 것이다.

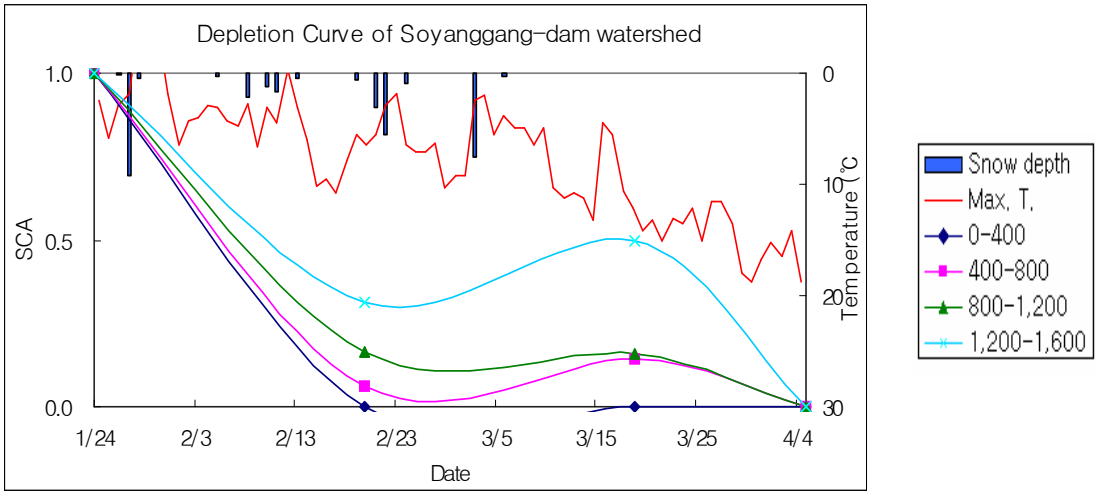


그림 7. 2003년 Depletion Curve

## 6. 결과 및 고찰

NOAA/AVHRR 영상을 사용하여 국내 적설분포면적을 추출하기 위해서는 영상 선정과 Snow area와 Snow/Cloud cover map을 구분 짓는 임계값의 선정이 매우 중요한 요소로 작용하게 된다. NOAA 영상자료의 높은 구름 피복률과 야간촬영 영상이 많고, 영상 자체 오류가 많아 분석이 어려웠으며, 임계값 선정 시 시계열 영상에 대한 임계값은 영상의 대기상태 및 촬영시간에 따라 다르게 나타난다. 또한 일년 내내 적설상태가 지속되는 나라는 적설양이 큰 변화가 없어 Depletion curve가 완만하게 변화한다. 하지만 우리나라의 적설분포의 특징은 4계절 기후 때문에 약 3개월 정도의 짧은 기간으로 Depletion curve의 경사가 급하며 1월 말경에 크게 눈이 한번 온 후에 점점 융설이 되다가 봄이 되기 전에 작게 눈이 내리는 것으로 이하여 다시 한 번의 작은 감소곡선이 만들어진다는 것이다. 적설분포의 감소의 원인은 일사량, 최고기온 등이 있으며, 그래프의 최심 적설심과 최고 기온으로 감소의 원인을 확인 할 수 있으며, 또한 고도별 감소곡선이기 때문에 가장 눈이 빨리 녹는 지역과 가장 늦게 녹는 지역의 고도도 확인 할 수 있다. 향후 연구에서는 임계값 선정 시 예민도 분석 및 파장별 경계 범위의 정량화가 필요하다고 판단되며, 적설심의 분포 추출은 단순히 관측 자료를 분포시켜 추정함 값으로써, 보다 정확한 추정을 위해서는 지형 및 경사 자료의 보정을 거쳐 관측 자료와의 비교 검증이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 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)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Kazama, S.(1995). Study on Water Cycle in Middle Scale Region, Japan, Dept. Civil Engrg. Tohoku University

2. 배덕효, 오재호(1998). 장기 유출해석에서의 유설영향에 관한 기초 연구, 한국수자원학회논문집, 제31권 6호, pp. 833-844.

3. 이상호, 안태진, 윤병만, 심명필(2003). 적설 및 융설 모의를 포함한 탱크모형의 소양강댐 및 충주댐에 대한 적용, 한국수자원학회논문집, 제36권 5호, pp. 851-861.

4. 임혁진, 권형중, 장철희, 김성준(2004). SLURP 모형을 이용한 유출수문분석 - 소양강댐 유역을 대상으로 -, 한국수자원학회논문집, 제 37권 8호, pp. 631-641.

2005년 한국농공학회 학술발표회 논문집(2005년 10월 28일)