

Landsat 8호 열적외선화상자료를 리용한 백두화산지구 지표온도평가

안순정, 신대경, 박은성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라마다 자연지리적조건이 다르고 같은 자연법칙이라도 자연조건과 환경이 다르면 그 표현형태와 작용방식이 달라지는것만큼 과학연구사업에서 나서는 모든 문제는 반드시 자기 나라의 구체적현실에 발을 붙이고 창조적으로 풀어나가야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 489페이지)

Landsat 8호 위성에는 2개의 수감기(OLI(Operational Land Imager)와 TIRS(Thermal Infrared Sensor))가 설치되어있다. Landsat 8호는 Landsat 7호와 공간분해능 및 스펙트르특성이 같으면서도 11개의 대역을 가지고있는데 이 가운데서 10대역과 11대역이 열적외선대역이다.

우리는 열적외선대역에서 보다 파장이 긴 쪽에 놓이는 11대역 화상이 10대역 화상보다 대기의 영향을 더 세게 받는것으로 하여 10대역의 열적외선화상을 리용하여 백두화산지구의 지표온도분포특성을 평가하였다.

1. Landsat 8호 열적외선화상자료에 의한 지표온도결정방법

플랑크법칙에 따라 흑체의 복사세기는 일반적으로 온도와 파장에 관계된다.[1]

$$B(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/(k\lambda T)} - 1)} \quad (1)$$

여기서 $B(\lambda, T)$ 는 흑체복사세기(지표물질의 복사세기)이며 c 는 빛속도, h 는 플랑크상수, k 는 볼츠만상수, λ 는 파장, T 는 절대온도이다.

식 (1)은 다음과 같이 간단히 표시할수 있다.

$$B(\lambda, T) = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{\pi (e^{c_2/(\lambda T)} - 1)} \quad (2)$$

여기서 $c_1 = 2\pi hc^2 = 3.7418 \times 10^{-16} (\text{W/m}^2)$, $c_2 = hc/k = 1.4393 \times 10^{-2} (\text{mK})$ 인 상수이다.

밝음도온도 T_B 는 열수감기로 수감한 지표물질의 복사세기를 리용하여 다음과 같이 계산할수 있다.

$$T_B = \frac{c_2}{\lambda \ln[c_1 / (\pi \lambda^5 B(\lambda, T_B)) + 1]} \quad (3)$$

단창문알고리즘을 리용하여 지표온도(LST)를 다음과 같은 방법으로 결정한다.

① $\lambda = 10.9 \mu\text{m}$ 인 10대역의 화상자료를 수감기의 스펙트르복사세기로 변환한다.

- ② 10대역화상자료의 스펙트르복사세기를 수감기의 밝음도온도로 전환한다.
 ③ 지표류형에 따르는 지표복사률을 계산한다.
 ④ 지표온도를 다음의 식으로 계산한다.

$$LST = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_B / c_2) \times \ln \varepsilon} \quad (4)$$

2. 백두화산지구의 지표온도마당평가

1) 예비처리

우리는 연구지역의 지표온도마당을 평가하기 위하여 2013년 10월 18일 Landsat 8호로 수집한 화상자료를 리용하였다.(그림 1, 표)

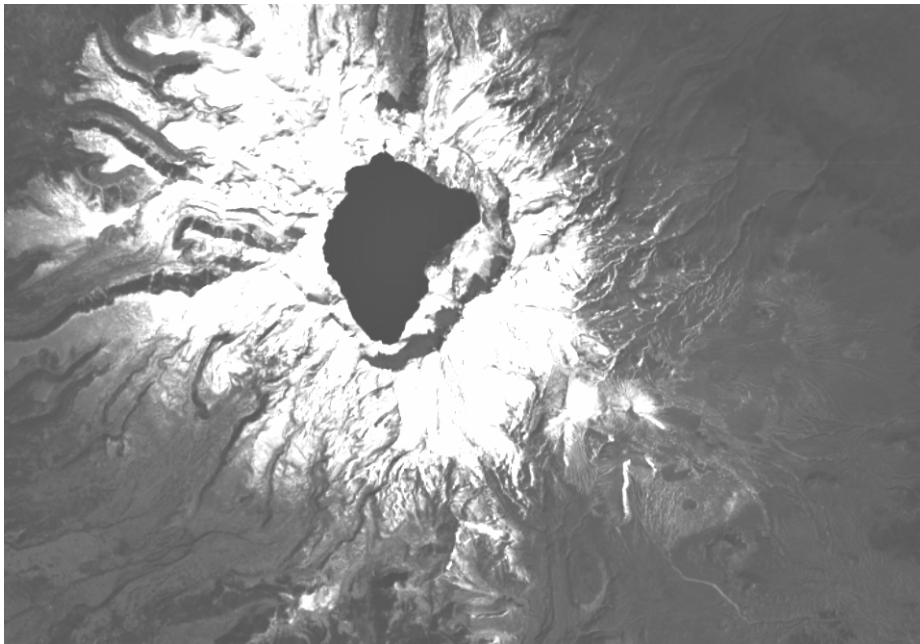


그림 1. 연구지역의 위성화상자료

표. 2013년 10월 18일에 수집한 Landsat 8호 화상자료의 특성

| 화상자료화일이름 | 수집날자 | 구름피복률/% | 태양고도/(°) | 태양방위/(°) |
|-----------------------|------------|---------|---------------|----------------|
| LC81160312013291LGN00 | 2013.10.18 | 0.14 | 36.883 101 06 | 160.896 151 02 |

대기보정을 한 후 가시선 및 근적외선대역의 자료는 반사률로, 열적외선대역자료는 짧고 좁은 줄무늬를 고려하여 밝음도온도로 전환시켰다.

2) 지표복사률의 결정

지표복사률을 계산하기 위하여 먼저 가시선 및 근적외선대역의 화상자료에 대한 비감독분류를 진행하고 지표류형들을 수채와 음영, 식물피복(산림), 토양(부식층), 토양과 식피 혼합으로 구분하였다.(그림 2) 이때 비감독분류알고리즘으로는 ISODATA법을 리용하였다.

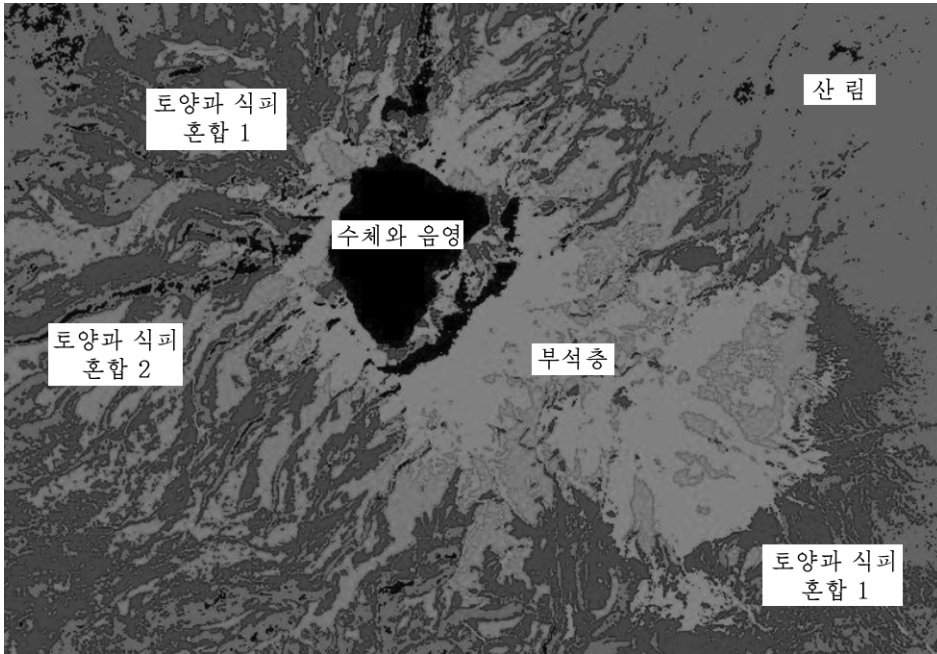


그림 2. 지표류형구분

그림 2에서 보는바와 같이 토양과 식피혼합을 1, 2로 구분하였는데 여기서 토양과 식피혼합 1은 식피가 비교적 많은 지역이면서 해발높이가 높은 지대, 토양과 식피혼합 2는 토양이 비교적 많은 지역이면서 해발높이가 낮은 지대이다.

지표류형들을 구분한 다음 토양과 식피의 혼합구역의 지표복사률은 0.55로 설정하고 연구지역의 표준식피지수(NDVI)를 계산하였다. 표준식피지수가 0.05보다 작으면 부분적식피지수 $f=0$ 으로, 0.7보다 크면 $f=1$ 로 설정한다. 그리고 $0.05 \leq \text{NDVI} \leq 0.70$ 인 경우에는 다음의 식으로 부분적식피지수를 계산한다.

$$f = \left(\frac{\text{NDVI} - \text{NDVI}_s}{\text{NDVI}_v - \text{NDVI}_s} \right)^2 \quad (5)$$

여기서 NDVI_v 는 완전한 식피에 대한 NDVI로서 0.94이며 NDVI_s 는 로출된 토양에 대한 NDVI로서 0.05이다.

f 를 결정한 후 다음의 식[1]을 리용하여 지표복사률을 결정한다.

$$\varepsilon \approx f\varepsilon_{\text{식물}} + (1-f)\varepsilon_{\text{류형}} + \Delta\varepsilon \quad (6)$$

여기서 ε 는 지표복사률, $\varepsilon_{\text{식물}}$ 은 식물의 복사률로서 0.995, $\varepsilon_{\text{류형}}$ 은 여러가지 지표류형의 복사률이다. 그리고 $\Delta\varepsilon$ 은 보정량으로서 다음식으로 계산한다.

$$\Delta\varepsilon = (1 - \varepsilon_{\text{류형}}) \cdot (1 - f) \cdot S \cdot \varepsilon_{\text{식물}} \quad (7)$$

여기서 S 는 지형인자로서 지형경사를 반영한다.

3) 지표온도분포특성평가

일반적으로 지표온도분포특성은 여러가지 지표환경요소들의 영향을 받는데 기본은 지물류형과 지형의 영향이다. 식물피복구역에서의 온도마당의 분포는 년중 상대적으로 안정

한것으로 본다. 또한 수체는 비열이 큰것으로 하여 태양복사에 의한 온도상승이 로출암석에 비하여 비교적 완만하므로 수체의 온도마당은 비교적 안정하다.

연구지역의 지표온도분포특성을 평가하기 위하여 위에서 계산한 지표복사률을 식 (4)에 대입하여 지표온도를 계산한 후 등값선도를 작성하였다.(그림 3)

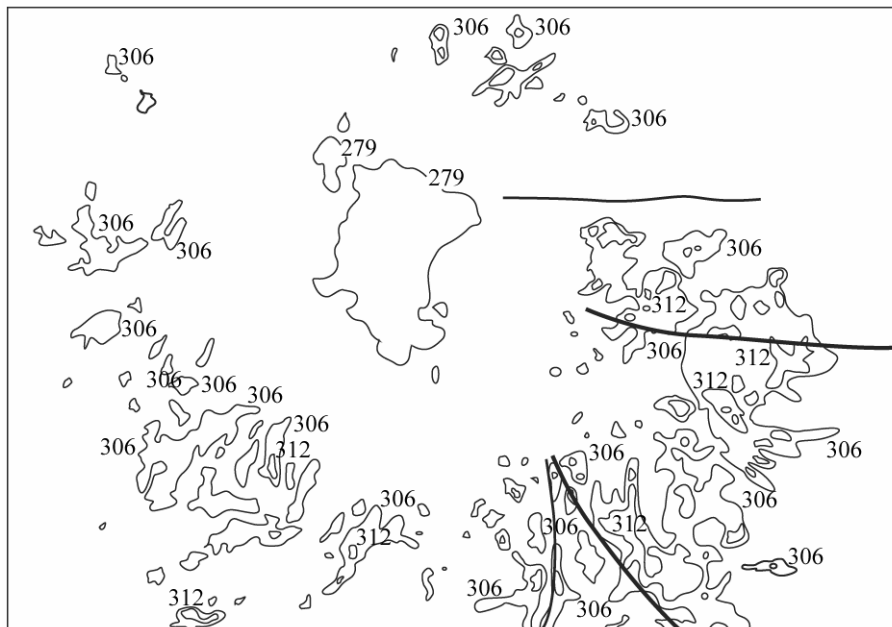


그림 3. 지표온도등값선도

그림 3에서 보는바와 같이 연구지역의 동남부지역에 분포된 단층주변에서 지표온도이상이 나타난다. 선행연구[2]에 의하면 연구지역의 지표온도는 1999—2005년에 높아졌고 2005—2006년에 내려갔으며 2006년이후에는 지표온도마당이 비교적 안정되었다.

ASTER 화상자료(2006년 이후)를 분리창문알고리즘으로 처리하여 얻은 온도마당분포[2]와 논문에서 제기한 방법으로 얻은 온도마당분포를 비교한 결과 표준편차가 1.01K로서 제기한 방법이 비교적 정확하다는것을 알수 있다.

맺 는 말

Landsat 8호의 10대역 열적외선화상자료를 리용하여 단창문알고리즘으로 1K정도의 오차로 지표면온도를 추정할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Bingwei Tian et al.; Remote Sensing, 7, 2647, 2015.
- [2] 季灵运 等; 地震地质, 31, 4, 617, 2009.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

Estimation of the Surface Temperature Field of Paektu Volcano Area based on the Thermal Ultrared Ray Image Data of Landsat 8

An Sun Jong, Sin Thae Gyong and Pak Un Song

We established the method to estimate the surface temperature in the satellite image by using mono-window algorithm.

We processed the image data of band 10 in Landsat 8 by using mono-window algorithm, and estimated the distribution characteristics of surface temperature in Paektu volcano area.

Key words: Landsat 8, TIRS, surface temperature