

## 위성화상의 지형음영보정방법에 대하여

김순영, 량혁철

수감부에 수감된 신호는 지형경사에 따라 변화되는데 이것은 위성화상해석에 불리한 영향을 준다. 즉 지형음영효과는 원격조사자료의 정량적분석에 중요한 영향을 미치게 된다.

지난 30여년동안에 지형음영효과를 보정하기 위하여 여러 방법들이 제안되었다.[1-6]

지형음영보정의 목적은 지형의 형태와 방위에서의 변화에 의하여 일어나는 양지와 음지영역의 복사량차이를 보상하는것이다.

지형음영보정방법들은 2개의 종류로 구분할수 있는데 반사률을 관측각과 입사각에 독립인것으로 가정하는가 아니면 연관된것으로 가정하는가에 기초하여 람베르트지형음영보정(LTOC)방법과 비람베르트지형음영보정(NLTOC)방법들로 분류할수 있다.[6]

본문에서는 지금까지 개발되어 리용되고있는 대표적인 지형음영보정방법들에 대하여 서술하였다.

### ① 코시누스보정

가장 단순하면서 가장 널리 리용되는 LTOC방법들중의 하나는 코시누스보정방법이다.

코시누스보정은 어떤 화소에 입사되는 전체 복사량이 입사각  $i$ 의 코시누스와 직접적인 연관이 있다는 가정에 기초하여 어떤 화소의 반사률을 표준화하는 간단한 방법이다.

$$L_n = L \frac{\cos \theta_s}{\cos i} \quad (1)$$

여기서  $L_n$ 은 보정후 반사률,  $L$ 은 보정되지 않은 반사률(복사도)이다.

입사각  $i$ 는 지표면에서 수직인 방향과 태양방향사이의 각으로 정의하며 다음과 같이 계산한다.

$$\cos(i) = \cos(\theta_s) \cos(\alpha) + \sin(\theta_s) \sin(\alpha) \cos(\varphi_s - \beta) \quad (2)$$

여기서  $\alpha$ 는 지형경사각,  $\beta$ 는 지형방위각,  $\theta_s$ 는 태양천정각,  $\varphi_s$ 는 태양방위각이다.

코시누스보정은 입사된 복사량이 모든 방향으로 똑같이 반사되는것으로 가정하며 대기과 지형으로부터 생기는 산란복사를 고려하지 않는다.

이 방법은 복사비침도가 낮은 영역들이 일정한 산란복사의 영향을 받아도 직접복사만을 모형화한다. 이러한 영역의 화소값에는 코시누스보정에 의하여 지나치게 밝아지게 되는 파잉보정현상이 나타난다. 파잉보정현상은  $90^\circ$ 근방의 입사각에서 가장 크게 나타난다.

### ② Minnaert보정

코시누스보정의 비현실적인 가정을 고려하기 위하여 파장대역에 의존하는 파라미터들을 포함한 여러가지 반경험적인 NLTOC방법들이 개발되었는데 그중의 하나가 Minnaert보정방법이다.

$$L_n = L \left[ \frac{\cos \theta_s}{\cos i} \right]^k \quad (3)$$

여기서  $k$  는 Minnaert상수이다.

Minnaert상수는 지표면의 비람베르트특성을 표현하기 위하여 리용된다. Minnaert상수의 값은 0(거울반사체)부터 1(람베르트표면)사이의 범위에 있다. Minnaert상수는 다음의 방정식을 선형화하여 유도할수 있다.

$$L = L_n(\cos^k i)(\cos^{k-1} e) \quad (4)$$

여기서  $e$  는 관측각이며 시야각인 경우에 지형경사각과 같다.

$k$  는 식 (4)를 다음과 같이 선형화하여 계산한다.

$$L(\cos e) = L_n(\cos^k i)(\cos^k e) \quad (5)$$

$$\log(L \cos e) = \log L_n + (k) \log(\cos i)(\cos e) \quad (6)$$

$k$  가 작아지는 경우에 입사각이  $90^\circ$ 근방일 때 나타나는 파잉보정현상을 약화시킨다.

Minnaert보정은 코시누스보정에 비하여 개선되었지만 이 방법도 대부분의 자연적인 지표면들에 적용할수 없다.

### ③ MM보정

Minnaert보정에서 나타나는 부정적인 현상들을 제거하기 위하여 그 보정방법을 개량한 여러 방법들이 제기되었는데 MM(Modified Minnaert)보정이 그 대표적인 한가지 방법이다.

MM보정방법은 다음과 같다.

$$L_{mm} = L_L \left[ \frac{\cos(i)}{\cos(i_T)} \right]^b \quad (7)$$

여기서  $L_{mm}$  은 MM보정된 반사률,  $L_L$  은 Minnaert보정된 반사률(식 (8)),  $b$  는 스펙트르파장과 식물피복상태에 따르는 경험적상수,  $i_T$  는 경험적턱값으로 설정된 각으로서 입사각  $i$  를 초과하지 않는다.

$$L_L = L \left[ \frac{\cos(\theta_S)}{\cos(i)} \right]^k \quad (8)$$

$i_T = \theta_S + 20^\circ$ ,  $\theta_S < 45^\circ$  일 때

$i_T = \theta_S + 15^\circ$ ,  $45^\circ \leq \theta_S \leq 55^\circ$  일 때

$i_T = \theta_S + 10^\circ$ ,  $\theta_S > 55^\circ$  일 때

$b = 1/2$ : 식피구역이 아닐 때

$b = 3/4$ : 파장  $\lambda < 720\text{nm}$ 인 스펙트르대역(보임광선대역)에서 식피구역일 때

$b = 1/3$ : 파장  $\lambda \geq 720\text{nm}$ 인 스펙트르대역에서 식피구역일 때

만일 국부적으로 태양천정각이 커질 때 반사률이 크게 감소되는 현상을 줄이기 위하여 다음의 처리를 진행한다. 즉

$$\left[ \frac{\cos(i)}{\cos(i_T)} \right]^b < 0.25$$

이면 0.25로 한다.

이 방법은 위에서 서술한 Minnaert보정방법의 부족점은 극복할수 있지만 계산과정이 복잡하고 경험적상수들을 결정하여야 하는 부족점이 있다.

#### ④ 통계－경험적보정

앞에서 서술한 보정방법들에서는 DEM으로부터 예측된 복사도와 목표에서 측정된 복사도 사이에 상관성이 존재한다는것을 보여주었다. 이러한 상관성에 기초하여 통계－경험적보정방법이 개발되었는데 이 방법은 선형회귀방정식을 리용하여 관측자료를 보정하거나 표준화한다.

보정식은 다음과 같다.

$$L_n = L - \cos i \cdot b - a + L_{avg} \quad (9)$$

여기서  $L_n$ 은 표준화된 복사도,  $a$ 와  $b$ 는 각각  $y$ 축사김점과 회귀선의 방향결수,  $L_{avg}$ 는 측정된 복사도자료의 평균값이다.

이 방법은 모형화된 복사도와 측정된 복사도사이의 상관세기에 의존하며 Minnaert보정과 유사한 화상보정결과를 얻는다.

#### ⑤ C-보정

코시누스보정에 반경험적조정파라미터( $C$ )를 추가한 방법으로서 C-보정방법이 제기되었다.

화상자료에 대한 실험에 의하면 복사도  $L$ 과  $\cos i$  사이에는 선형관계가 존재한다.

$$L = a + b \cos i \quad (10)$$

조정파라미터  $C$ 는 다음식으로 계산하며 코시누스보정에 추가항으로 리용된다.

$$C = \frac{a}{b} \quad (11)$$

$$L_n = L \frac{\cos \theta_s + C}{\cos i + C} \quad (12)$$

조종파라미터  $C$ 는 비록 상사성이 정확하지 않지만 산란복사효과를 일정하게 반영한다.[2]

C-보정에서  $C$ 값은 분모를 증가시키고 약하게 비쳐진 화소들의 파잉보정을 감소시킴으로써 코시누스보정에 적절한 영향을 미치게 된다.

C-보정은 자료의 스펙트르특성을 유지하고 기록이 심한 지형에서 전반적인 분류정확도가 개선될수 있다는것을 보여준다.

#### ⑥ SCS보정

SCS(Sun Canopy Sensor)보정방법은 산림지역에서 태양－수관－수감부의 기하학적관계를 고려한 방법으로서 코시누스보정에 지형경사의 코시누스를 추가하였다.

SCS보정은 빛을 받는 수관령역의 반사률을 표본화함으로써 코시누스보정을 개선한다는 특징이 있다.

$$L_n = L \frac{\cos \alpha \cos \theta_s}{\cos i} \quad (13)$$

SCS보정은 태양－수관－수감부사이의 기하학적특징이 보존되기때문에 앞에서 서술한 보정방법들에 비하여 물리적으로 보다 적합하며 따라서 수림이 우거진 지역들에서 우월한 지형보정방법으로 된다. 그러나 일부 지형방향들에서 SCS보정은 다른 단순한 측광법에 의한 방법들과 유사한 파잉보정문제를 산생시킨다.

#### ⑦ SCS+C보정

SCS보정에서의 파잉보정의 원인은 코시누스보정에서와 비슷하다.

입사각이 90°로 접근할 때 보정인자는 지나치게 크게 된다.

C-보정에서 조종파라미터  $C$ 는 산란복사효과를 모방함으로써 코시누스보정에 적절한

영향을 주는것으로 알려졌다.

이로부터 조종파라미터  $C$ 가 식 (10)과 식 (11)을 리용하여 유도되는 SCS+C보정방법을 제안하였다. 이 추가항은  $C$ -보정방법이 코시누스보정방법을 개선하는것과 류사한 방식으로 SCS보정방법을 개선하기 위한데 목적을 둔다.

이 새로운 SCS+C보정을 위한 식은 다음과 같다.

$$L_n = L \frac{\cos \alpha \cos \theta_s + C}{\cos i + C} \quad (14)$$

조종파라미터  $C$ 는 코시누스보정을 조종하는데서 지난 시기 효과성이 나타난데로부터 선택되었으며 그 계산이 간단한데로부터 리용되었다.

## 맺 는 말

지형보정실험을 통하여 지형경사각과 방위에 따르는 일부 복사량변화는 단순한 보정 방법들을 리용하여 감소시킬수 있으며 산림지역에서는 SCS와 SCS+C보정방법이 보다 효과성이 높다는것을 보여주었다. 또한 모든 보정방법들은 통계—경험보정을 제외하고 경사가 심한 지형(경사각>20°)에 대하여 효과성이 적다는것을 보여주었다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 8, 162, 주체106(2017).
- [2] 최동륜 등; 원격조사원리, 김일성종합대학출판사, 76~86, 주체101(2012).
- [3] S. A. Soenen et al.; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 43, .9, 2148, 2005.
- [4] Yanli Zhang et al.; IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 12, 1, 53, 2015.
- [5] Ion Sola et al.; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 52, 3, 1799, 2014.
- [6] Wanchang Zhang et al.; International Journal of Remote Sensing, 32, 7, 1807, 2011.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

## On Topographic Shade Correction Methods of Remote Sensing Images

*Kim Sun Yong, Ryang Hyok Chol*

This paper has introduced the representative topographic shade correction methods and their characteristics, which have been developed and used.

Keywords: remote sensing, topographic correction, topographic shade