

## 초스펙트르자료로 모의한 Landsat TM자료와 토양유기탄소함량사이의 상관관계

차 정 훈

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《농업에서 토지가 기본생산수단인것만큼 토양에 대한 연구사업을 잘하는것은 농업생산을 발전시키는데서 매우 중요한 의의를 가집니다.》(《김일성전집》 제28권 334페이지)

토양의 상태를 정량적으로 평가하고 개선대책을 세우는데서 원격조사기술은 큰 의의를 가진다.

최근시기 세계적으로 위성에 의한 토양원격조사를 실현하기 위한 연구사업이 활발히 진행되고있다.

본문에서는 위성원격조사기술에 의하여 토양유기탄소함량을 평가하기 위한 모형을 작성하는데서 실험실적으로 얻은 초스펙트르자료를 리용할수 있겠는가 하는 가능성에 대하여 서술하였다.

### 1. Landsat TM에 의한 토양유기탄소함량평가에서 나서는 문제

농업에 대한 연구가 심화되면서 토양을 정량적으로 평가하고 해당하는 대책을 세우기 위한 사업들이 심화되는 과정에 토양성분들을 평가하기 위한 여러가지 분석방법들이 나왔다. 그러나 이 방법들의 대부분이 실험실적방법인것으로 하여 분석시간이 오래고 많은 노력과 자재, 자금을 필요로 하고있다.

이 문제를 해결하기 위하여 농업부문에서는 위성원격조사기술을 리용하여 토양을 분석하기 위한 연구가 심화되고있다.

그 과정에 토양의 전자기파스펙트르특성들이 연구되고 그것을 리용하여 토양의 물리화학적특성을 정량적으로 평가하기 위한 방법들이 연구되였다.

토양에서 차지하는 유기질의 중요성으로부터 원격조사방법으로 유기질함량을 정량적으로 평가하기 위한 연구가 많이 진행되였다.

유기질함량은 전체 파장대역에서 토양의 반사률을 낮춘다. 유기질함량이 2%보다 많을 때 생기게 되는 토양반사률저하는 기타 성분들의 스펙트르특성을 갈라볼수 없게 한다.[1]

유기질함량과 반사률은 가시선부분에서 상관성이 매우 높으며 비선형관계를 가진다.[2]

유기질함량을 평가하는데서 가시선 및 근적외선대역이 중요한 역할을 한다.[3]

어느 한 연구자[6]는 토양선의 특성으로부터 Landsat TM 3대역자료와 토양부식함량사이의 선형관계를 연구하고 1: 50 000부식함량분포도를 작성하였다.

다른 한 연구자[7]는 Landsat TM대역들의 여러가지 조합과 토양유기질함량사이의 관계를 연구하여 식피률이 0~50%인 농경지에서 토양유기질함량과 5, 7대역의 조합으로 만든 변량사이의 상관성이 매우 좋으며 68%의 정확성을 가진다는 결론을 얻었다.

일부 연구자[5]들은 토양시료에 대한 실험실적분석을 통하여 토양유기탄소와 Landsat TM의 1, 6, 7대역반사률사이에서 다중선형회귀식을 작성하여 토양유기탄소등급도를 작성하였다.

토양유기탄소함량을 원격조사의 방법으로 결정하기 위한 대부분의 연구는 비교적 작은 구역에서 진행되었다. 일반적으로 스펙트럼자료는 식피가 복사신호에 영향을 주지 않는 가까운 거리에서 측정하여 얻었다. 스펙트럼적으로 측정한 값과 화학적으로 분석한 값사이의 상관계수는 0.87~0.98이다.[4]

일반적으로 위성에서 관측한 복사는 지표면, 대기, 지형의 상태, 태양천정각, 위성관측각 등 여러가지 인자들에 의하여 변하게 된다. 즉 지표면에 대한 정보가 외곽되어 위성화상에 반영된다. 정확한 결과를 얻자면 이러한 인자들의 영향을 제거하여야 하는데 제거방법들의 제한성으로 하여 완전히 제거하지는 못한다.

또한 토양시료를 채집하는 시간과 위성관측시간을 일치시키는 문제 다시말하면 동시관측을 실현하기 어렵고 더우기 토양조사주기가 긴 경우 직접 위성관측자료와 토양분석자료사이의 관계를 분석하는것은 일정한 오차를 가져오게 된다.

이로부터 논문에서는 Landsat TM자료로부터 토양유기탄소를 정량적으로 평가하는데 실험실에서 관측한 토양초스펙트럼자료를 리용할수 있겠는가 하는 가능성을 평가하려고 한다.

## 2. 평가방법과 결과

모의실험에서 리용한 초스펙트럼자료는 <http://speclab.cr.usgs.gov>에 공개된 USGS토양스펙트럼서고의 자료로서 토양시료들에 대하여 0.4—14.011  $\mu\text{m}$ 의 파장구간을 2 844개로 나누어 관측한 반사률값이다.

실험에서는 자료에 대한 검사를 통하여 30개의 토양자료를 리용하였다.

선택된 토양시료들의 유기탄소함량은 0~28.5%이며 2.5%이상을 제외한 0~2.5%의 자료는 유기탄소함량에 따라 비교적 균등하게 배치되어있다.

먼저 선택한 토양초스펙트럼자료들을 Landsat TM의 대역구간들로 나누고 해당 구간의 반사률값들을 평균하여 Landsat TM의 대역별반사률로 정한다.

반사률계산공식은 다음과 같다.

$$R_i = \frac{1}{n_i} \sum_{k=i_1}^{i_2} \frac{r_k}{a_k}$$

여기서  $i$ 는 Landsat TM대역번호,  $R_i$ 는 모의한  $i$ 번째 대역의 평균반사률,  $n_i$ 는  $i$ 번째 대역구간에 놓이는 초스펙트럼자료개수,  $i_1$ 과  $i_2$ 는  $i$ 번째 대역의 시작파장과 끝파장,  $r_k$ 는 해당한 파장에서의 스펙트럼반사률,  $a_k$ 는 해당 파장에 대한 표준반사판의 반사결수이다.

다음으로 토양자료의 Landsat TM대역별반사률 및 그 유도값(로그변환, 지수변환, 거꿀변환)들과 토양유기탄소함량사이의 상관분석을 진행한다.

다음으로 상관분석결과에 의해 Landsat TM자료로 토양유기탄소를 평가하는데서 나서는 문제들과 적합한 대역들에 대하여 논한다.

대역별반사률 및 그 유도값들과 토양유기탄소함량사이의 관계를 분석해보면 다음과 같다.

① 대역별반사률과 유기탄소함량사이의 상관관계

전체 자료에 대하여 상관결수는 0.2이하로서 매우 작다.

한편 유기탄소함량이 1%이하일 때에는 5대역의 상관결수가 -0.52였으며 1~3%일 때에는 5, 7대역의 상관결수가 각각 0.66, 0.7이었다.

그리고 유기탄소함량이 3%이상일 때 2-4, 7대역에서의 상관성이 비교적 좋은데 -0.79~-0.55였다.

② 대역별반사률의 로그값과 유기탄소함량사이의 상관관계

전체 자료에 대해서는 역시 상관결수가 매우 작다.

유기탄소함량이 1%이하일 때에는 1-5대역에서의 상관결수가 -0.6~-0.5였고 1~3%일 때에는 5, 7대역의 상관결수가 각각 0.68, 0.72였다.

또한 유기탄소함량이 3%이상일 때 2-4, 7대역에서의 상관성이 비교적 좋은데 -0.84~-0.59였다.

③ 대역별반사률의 거울값과 유기탄소함량사이의 상관관계

전체 자료에 대해서는 역시 상관결수가 매우 작다.

유기탄소함량이 1%이하일 때에는 1-5대역에서의 상관결수가 0.5~0.7이었고 1~3%일 때에는 2-5, 7대역의 상관결수가 -0.6~-0.5였다.

또한 유기탄소함량이 3%이상일 때 3대역의 상관결수는 0.89이다.

대역별반사률의 지수값과 유기탄소함량사이의 상관관계는 대역별반사률의 로그값과 유기탄소함량사이의 관계와 비슷하며 대역별반사률거울값의 로그값과 유기탄소함량사이의 관계는 대역별반사률거울값과 유기탄소함량사이의 관계와 비슷하다.

대역별반사률거울값의 지수값과 유기탄소함량사이의 관계는 오히려 위에서 얻은 결과보다 좋지 않다.

위의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째로, 유기탄소함량변화에 따라 상관결수가 크게 차이나는것으로부터 간단한 회귀식에 의하여 Landsat TM자료와 임의의 유기탄소함량사이의 관계를 표시할수 없다. 다시말하여 유기탄소함량이 어떤 값보다 많은가 적은가에 따라 모형을 달리 작성해야 한다.

둘째로, Landsat TM자료로 유기탄소함량을 평가하는데서 대역별반사률의 거울값에 대한 상관성이 다른 변환들에 비해 더 좋았다.

셋째로, 유기탄소함량이 많을수록 짧은 파장대역을 리용하는것이 좋고 유기탄소함량이 적을수록 긴 파장대역을 리용하는것이 좋다.

모의결과가 선행연구들과 잘 일치하는데로부터 Landsat TM에 의한 토양연구를 초스펙트르자료로 모의할수 있다는것을 알수 있다.

## 맺 는 말

모의실험결과로부터 초스펙트르자료를 리용하여 Landsat TM자료로부터 토양유기탄소함량을 평가할수 있는 모형을 작성할수 있다는것을 알수 있다.

물론 초스펙트르자료와 위성관측자료사이의 관측조건과 영향인자들의 차이로 하여 모형의 실지 파라미터들에 대해서는 보다 깊이있는 연구를 진행하여야 할것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] M. F. Baumgardner; Proc. Indiana Acad. Sci., 79, 413, 1970.
- [2] L. S. Galvao; Int. J. Remote Sensing, 19, 1969, 1998.
- [3] T. L. Henderson; Soil Sci. Soc. Am. J., 53, 1778, 1989.
- [4] V. L. Mulder; Geoderma, 1, 162, 2011.
- [5] Z. Ahmed; European Journal of Remote Sensing, 47, 557, 2014.
- [6] 福原道一; 日本リモートセンシング学会誌, 10, 2, 61, 1990.
- [7] Yoshizumi Yasuda; 写真測量とリモートセンシング, 19, 4, 16, 1980.

주체106(2017)년 11월 5일 원고접수

### **Correlation between Landsat TM Data and Soil Organic Carbon Using Simulating with Hyper Spectral Data**

*Cha Jong Hun*

We analyzed a possibility of using the soil hyper spectral data from laboratory to estimate the content of the soil organic carbon(SOC) from the Landsat TM.

The result is very similar to previous research results and it is possible to make the estimation model using the hyper spectral data.

Key words: Landsat TM, hyper spectral, organic carbon, SOC