

분광혼합분석을 이용한 중국 북동부 지역 연대별 사막화 확산 탐지

윤보열* · 김 천 · 유재욱 · 정태웅

국민대학교 산림자원학과

Chronological Spectral Mixture Analysis for Desertification detection in Northeastern China

Bo-Yeol Yoon, Choen Kim, Jae-Wook Chow, Tae-Woong Jung

1. 연구 목적

본 연구는 우리나라 봄철 황사현상 발생의 근원지인 중국 북동부 중 일부지역을 위성화상자료(Landsat MSS, TM, ETM+)를 이용하여 10년 단위(1980년대, 1990년대, 2000년대)로 변화탐지(Change detection)분석을 하는데 목적을 두고 있다.

나지를 추출하기 위해 사용한 Spectral Mixture Analysis(SMA)방법은 현재 위성화상 공간해상도의 제약으로 인해 화소하나에 들어 있는 혼합된 각 분광 값을 점유비에 따라 분리하여 순수한 원소(Endmember)를 선정하는데 목적이 있으며 중국 지역의 경우 현지 실측조사 자료의 부재를 극복하고자 이 기법을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 화상자료 및 전처리

연구대상지역은 중국 내몽고 접경 중 일부지역을 선정하였으며 중심좌표 123° 20' 50.85" E, 43° 23' 35.79" N이고, 총면적은 54.5 km × 77.6 km (4324.4 Km²)이다.

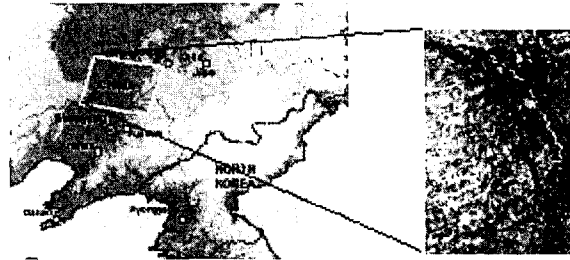


Fig. 1. 연구대상지역

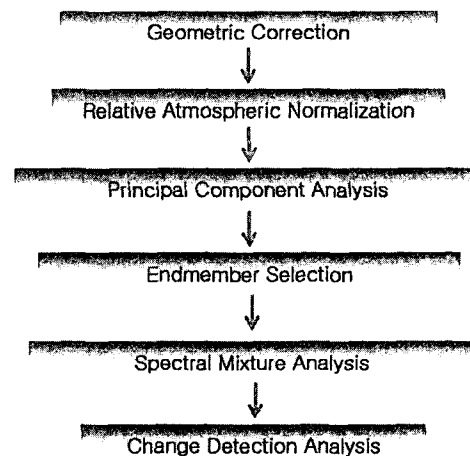


Fig. 2. 자료 처리 흐름도

연구 자료는 '80년대 화상인 1979년 8월 23일에 주사된 Landsat-3 MSS 화상, '90년대 화상인 1991년 8월 24일

Landsat-5 TM 화상, 2000년대 화상인 2002년 8월 30일 Landsat-7 ETM+를 이용하였다.

기하보정은 TM화상을 기준으로 Image to Image 방법을 이용하여 WGS84 UTM 좌표체계로 보정을 하였다. MSS 화상의 경우 지상기준점 11개를 선정하여 RMSE 값이 0.4918, ETM+ 화상의 경우 지상기준점 15개를 선정하여 RMSE값 0.4928의 정확도로 보정을 실시하였다.

대기보정은 NASA에서 제공하는 Calibration Data 및 아래의 식을 통하여 대기 일반화를 시행하였다.

$$\rho_p = \pi \cdot L_\lambda \cdot d^2 / ESUN_\lambda \cdot \cos\theta_s$$

- d : Spectral radiance at the sensor
- L_λ : Earth-Sun distance
- $ESUN_\lambda$: Mean solar exoatmospheric irradiances
- θ_s : Solar zenith angle in degrees

연구대상지역의 Endmember를 선정하기 위해 각 화상별로 주성분 분석 (Principal Component Analysis, PCA)을 시행하였고, 산출된 PC Band 1, 2, 3의 Scatter plot(Fig. 3. 참조)을 통해 각 끝 지점(화소의 혼합이 최소화된 지점)에서 Endmember 3개(나지, 논, 수체)를 선정하였다.

3. 연구 결과

각 연도별 Fraction 화상은 Fig. 4 과 같다. 밝은 색을 띄는 곳이 각 Endmember의 특성을 나타낸다고 볼 수 있다. 나지의 경우 '80년대에 이미 화상 좌측부에 분포되어 있었으며 시기가 지남에 따라 주변부로 확산되는 것을 볼 수 있다.

또한 수체부분의 경우 좌측부의 나지 확산 지역에서 어두운색을 띄고 있어 나지

확산과 수체감소가 관계가 있음을 보여준다.

Fig 3. MSS 화상의 Scatter plot (PC1, PC2)

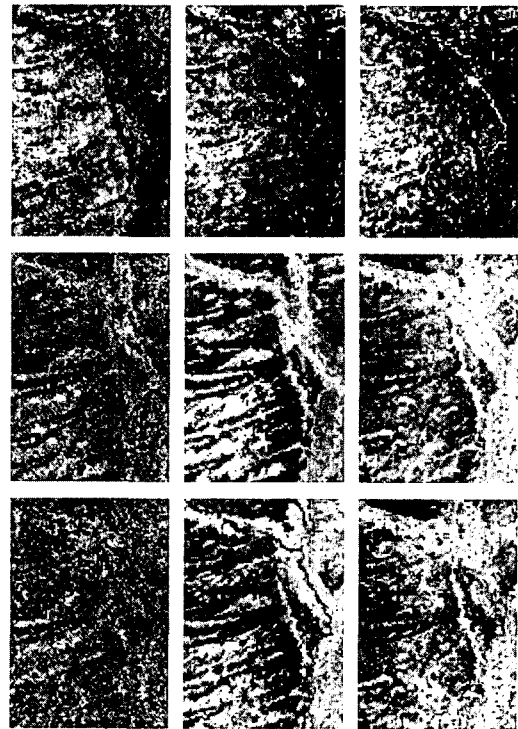


Fig. 4. 연도별 Fraction 화상

* 上→下 : 나지, 수체, 논

* 左→右: '80년대, '90년대, 2000년대
논의 경우 수체가 있는 곳을 중심으로 확산되는 추세를 보인다.

Fig. 5는 Fraction 화상에서 나지지역으로 판단되는 지역의 경계점을 선정하여 나지화상이 추출된 결과를 나타낸다. 혼합화소가 아닌 순수한 나지지역으로 경계점이 선정되기 위해 육안 판독 및 화상중첩 비교 작업을 반복수행하여 0.68의 값으로 경계점의 값을 선정하였다.

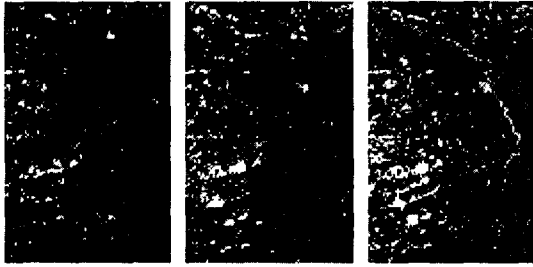


Fig. 5. 경계점 선정을 통한 나지화상
*左→右 : '80년대, '90년대, 2000년대

Fig. 6은 연대별 나지 증감의 공간적 변화를 보여준다. 좌측상단의 화상은 주로 수체부분의 가뭄으로 인해 나지가 증가하는 현상으로 관측되며 육안판독을 통해 물줄기가 나지로 변화됨을 나타는 화상이다. '80~ '90년대 나지감소화상에서 나지가 감소한 지역은 농지 증가현상이 두드러진 지역으로 황무지에서 농지로 개간된 지역이 많이 있었으나 인근에 수체지역이 많이 분포 되어있지 않은 상태이고 가뭄현상으로 인한 나지 확산이 두드러지는 현 상황에서 머지않아 농업용수의 부족현상을 야기할 가능성이 있다고 사료된다.

'90~2000년대 나지 증가화상은 비교적 국지적인 나지증가현상을 보였던 '80~'90년대에 비해 전 지역에 걸쳐 광범위하게 분포된 것을 볼 수 있다. 우측하단 화상을 보면 상부에 나지감소지역이 보이게 된다. 이 지역은 수체주변부로, 농지 확장으로 인해 나지가 감소한 경우이다.

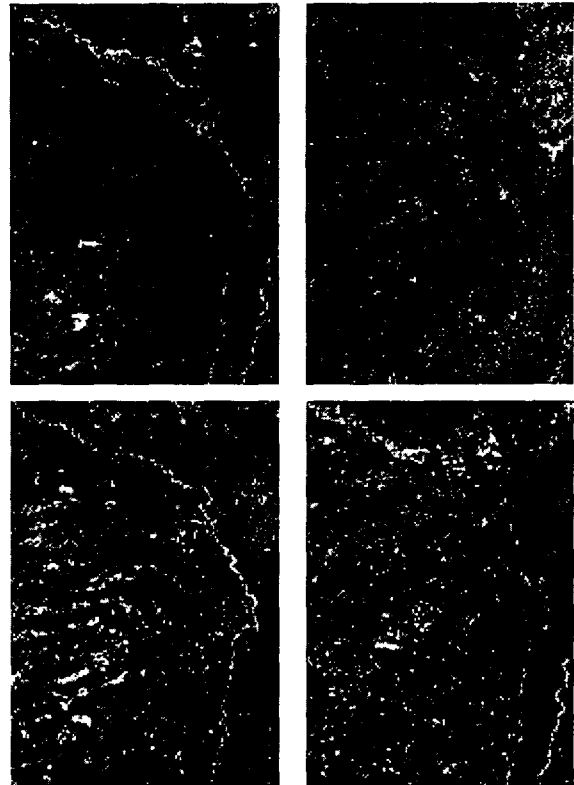


Fig. 6. 연대별 나지 증감화상
* 上 : '80~'90년대, 下 : '90~2000년대
* 左 : 나지 증가화상, 右 : 나지 감소화상

Table 1. 조사대상지의 나지면적(Km²), 비율(%)

'80년대		'90년대		'2000년대	
면적	비율	면적	비율	면적	비율
689.9	15.9	715.1	16.5	751.25	17.3

Table 1에서 '90년대에 나지가 25.1Km² 증가하였고, 2000년대에 36.2km² 면적이 증가하였다. 2000년대에 나지는 더욱 증가하는 추세를 보인다. 이 자료를 토대로 본다면 1년에 약 2.5~3.5km²의 나지 면적이 증가하게 된다.

Table 2. 연대간 나지변화 등급별 면적(Km²), 비율(%)

연대 나지 변화등급	'80~'90대 나지 증가지역		'80~'90대 나지 감소지역		'90~2000년대 나지 증가지역		'90~2000년대 나지 감소지역	
	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율
1	144.67	68.53	100.64	54.12	229.56	68.62	194.21	65.09
2	41.65	19.73	47.18	25.37	62.22	18.60	68.01	22.79
3	16.14	7.65	23.19	12.47	27.43	8.20	22.41	7.51
4	6.68	3.17	9.04	4.86	11.01	3.29	9.83	3.29
5	1.97	0.93	5.90	3.17	4.32	1.29	3.93	1.32
합계	211.11	100	185.95	100	334.55	100	298.38	100

Table 2에서는 연대간 나지변화를 1등급에서 5등급으로 나누어 토지피복의 반사값이 높은 나지 순으로 변화등급을 부여하였다. 부연하면, 나지변화 5등급의 경우 사막화가 가장 심하게 진행됨을 나타낸다고 볼 수 있다.

우선 Table 1에 나온 연대별 나지변화 면적이 25~36 km² 수준이었던 것에 반해 Table 2에 나오는 나지 증감지역의 면적은 거의 10배에 가까운 면적이 증가하거나 감소된다.

나지변화 1등급의 경우 가장 높은 증감세를 나타내어 다른 토지피복으로 전환이 비교적 쉽게 이뤄지는 지역으로 전체 나지변화면적의 절반이상을 차지하고 있으며 나지확산을 쉽게 차단할 수 있는 지역으로 수체 주변부에 많이 분포되어 있는 지역이다.

4. 결론

본 논문은 우리나라 황사현상발생 원인 중 하나인 중국 나지지역 확산현상을 분광혼합분석기법으로 각 연대별 나지증감화상을 추출하여 분석해 보았다.

중국의 나지지역은 이전부터 사막이 존재해 왔지만 이전에 나지가 아니었던 지역이 현재 수체주변에서 점차 확산되어 수체의 관리 또한 사막화 확산방지에 못지않게 중요함을 분석을 통해 알 수 있었

다.

'80~'90년대 보다 '90~2000년대의 나지 확산 범위도 국지적인 확산에서 광범위한 지역으로 확산되는 것이 확인되었고 앞으로 나지전환 속도는 이전 시기보다 빠르게 진행될 가능성이 높아졌다.

나지변화등급을 통해 나지 면적 증감폭이 상당히 크다는 것을 확인할 수 있었고 나지변화등급 중 1, 2등급의 경우 높은 나지면적 변화증감 비율을 보이는 지역이라고 관리가 시급히 요구되는 지역이라고 생각한다.

본 논문이 더욱 의미 있는 연구가 되기 위해서는 실측조사자료 및 연구대상지역에 관한 기후자료, 등이 뒷받침되어 정확도 검정을 통한 연구가 이뤄져야 할 것이고, 향후 과중분광화상(Hyperspectral Image)과 고해상도 위성화상을 이용한 분광혼합분석 기법의 연구가 필요할 것이다.

[참고 문헌]

- 1) 김윤수, 2003, 도시 분석을 위한 원격탐사 자료 활용 방안 연구 -대전광역시 도시 확산 분석을 사례로, 계명대학교 박사학위논문, pp 45-54.
- 2) 이지민, 이규성, 2003, Landsat-7 ETM+ 영상을 이용한 산림지역의 혼합화소분석, 대한원격탐사학회 2003 공동춘계 학술대회 논문집, pp 157-162.
- 3) Lu, D., Batistella, M., and Moran, E., 2004, Multitemporal spectral mixture analysis for Amazonian land-cover change detection, Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 30, No. 1, pp. 87-100.
- 4) Kesbara, N., and Mustard, J. F., 2002, Spectral Unmixing, IEEE Signal processing Magazine, pp 44-57.
- 5) Small, C., 2002, Multitemporal analysis of urban reflectance, Remote Sensing of Environment, 81, 427-442.