

태슬모자형 변환(Tasseled Cap)을 이용한 서울시 연무지수 산출 연구

정 강 호*, 김 천**

(주) 캐드랜드*, 국민대학교 삼림과학대학**

요약문

1991년 5월 31일, 1996년 9월 1일 그리고 1997년 6월 17일의 Landsat TM 위성화상자료를 Tasseled Cap 변환을 통하여 추출되는 4번째 특징을 연무지수농도로 사용할 수 있는가를 알아보고 또한 이렇게 산출된 연무지수를 사용하여 각 일자별 대기오염측정인자와 기상측정인자와 비교하고 서울시 각 행정구별 연무현상에 대하여 알아보았다.

동일화상내에서 연무가 있는 삼림지역과 연무가 없는 삼림지역을 표본조사하여 검정한 결과 Tasseled Cap 변환의 4번째 특징이 연무지수와 관련되어 있음을 밝혔고 기상측정인자의 시정거리와 연무지수사이의 역상관의 경향이 있음을 확인하였다. 대기오염측정인자의 경우 정확한 연관성을 파악하지는 못하였는데 이는 연무현상이 대기오염 물질의 2차 생성물에 의한 것으로 추정된다.

각 날자에서 1991년 5월 31일과 1997년 6월 17일 서울에 연무현상이 있음을 확인하였고 대체적으로 날짜에 상관없이 중구, 종로구, 강남구, 서초구에서 높은 연무지수를 나타내었다.

서론

서울은 주변부의 지속적인 신도시 개발로 인하여 생활권이 넓어지고 있으며 그에 따른 교통량의 증가와 서울 집중으로 인하여 대기오염이 심각해지고 있다. 서울은 지형적으로는 한강이 가로지르고 있으며 남쪽에 관악산과 청계산, 북쪽으로 북한산, 수락산이 막혀 있고 동서방향으로는 높은 산이 없이 뚫려있는 모양이다.

연무에 의한 시정악화 현상은 자연적인 원인도 있지만 서울시 내에서는 대기오염 같은 인위적 원인에 의한 경우가 많다. 따라서 연무현상을 정량화 하고 추출해 낼 수 있는 방법이 요구되며 본 연구에서는 위성 Landsat TM 자료와 태슬모자형 변환을 사용하여 연무현상을 정량화 할 수 있는 연무지수를 산출 하였고 서울시 행정자치구역인 각 구(區)별 연무지수를 비교하였다.

재료 및 방법

시정에 영향을 주는 연무는 대기중의 고체 또는 액체의 입자상 물질이 원인이다. 이러한 입자상 물질의 광학적 성질은 입자상 물질의 크기에 관련되어 있으며 김필수(1988)는 서울 대기 에어로솔에 의한 가시광선의 산란이 0.1 - 20 μm 크기의 입자들에 의한 것이며 그 이유는 0.1 μm 미만의 입자들은 산란효율이 작기 때문에 시정에 영향을 미치지 못하며, 2.0 μm 이상의 입자들은 그 입자수가 매우 적기 때문에 광산란에 기여하지 못한다고 하였다. 시정악화에 영향을 미치는 입자상 물질은 자연적으로 날리는 화산재, 꽃가루 같은 자연적 요인 등이 있으며 연소과정의 분진, 재, 질소산화물과 탄화수소간의 광화학적 반응에 의한 2차 생성물 같은 인위적인 물질도 있다. 앞서 언급한 산란의 영향을 미치지 못하는 입자상 물질들도 수분을 흡수하여 산란에 영향을 미치는 크기로 성장하기 때문에 대기중의 연무현상은 습도에 영향을 받는다. 이러한 연무현상은 시정으로부터 측정되고 있으며 연무현상을

1. 위성화상자료

연구 대상지역은 서울시로서 Landsat TM 자료를 사용하여 연무에 관한 정보를 추출하기 위해서 태슬모자형 변환의 4번째 특징을 계산하였다. 태슬모자형 변환을 하기 위해서는 중적외선 영역이 필요하고 태슬모자형 변환의 계수가 산출되어진 Landsat TM 자료를 사용하였다.

본 연구에 사용된 Landsat TM 자료는 1991년 5월 31일, 1996년 9월 1일, 1997년 6월 17일에 획득된 자료로서 연구대상지역인 서울시를 포함하는 경로는 Path 116, Row 34이다. 위성화상의 전처리에는 크게 대기보정, 지형보정, 기하학적 보정으로 나눌 수 있는데 본 연구의 경우 대기중의 에어로솔에 의한 연무효과를 측정하는 연구이기 때문에 대기보정은 실시하지 않았다. 지형보정 또한 본 연구에서 사용될 태슬모자형 변환이 지형효과를 감쇄시키기 때문에 역시 시행하지 않았다. GIS소프트웨어에서 입력된 서울시 행정구역도와 일치시키기 위해서 기하학적 보정을 실시하였다.

전체 연구지역의 크기는 서울을 중심으로 한 1:25,000 도엽 16장(일산, 고양, 의정부, 양지, 공항, 서울, 성동, 덕소, 소사, 안양, 둔전, 성남, 고잔, 군포, 수원, 육평)에 해당하고 행정구역상 서울에 해당되는 지역만을 분석하였다.

2. 태슬모자형 변환

Landsat TM 자료를 이용한 태슬모자형 변환은 열적외선인 6번 밴드를 제외한 나머지 6개의 밴드를 사용한다. 태슬모자형 변환은 Kauth and Thomas(1976)에 의해서 처음 만들

어 졌으며 Crist and Cicone(1984)에 의해서 Landsat TM 자료를 사용한 태슬모자형 변환 계수가 만들어 졌다. 이 변환에서 도출되는 특징은 명도지수(Brightness index), 녹색식생 지수(Greenness index), 수분지수(Wetness), 연무지수(Haziness)이다.

$$BI = 0.33183(B1) + 0.33121(B2) + 0.56177(B3) + 0.42514(B4) + 0.48087(B5) + 0.25252(B7)$$

$$GI = - 0.2471(B1) - 0.16263(B2) - 0.40639(B3) + 0.85468(B4) + 0.05493(B5) - 0.11749(B7)$$

$$WI = 0.13929(B1) - 0.22490(B2) + 0.40359(B3) + 0.25178(B4) - 0.70133(B5) - 0.45732(B7)$$

$$HI = 0.84610(B1) - 0.70310(B2) - 0.46400(B3) - 0.00320(B4) - 0.04920(B5) - 0.01190(B7)$$

로 표현된다.

이상과 같이 도출된 연무지수를 서울시 각 행정구별 평균과 서울시와 환경부에서 측정하고 있는 대기오염 자동관측망의 측정항목별로 비교하였다.

3. 토지피복분류

대기중의 연무현상은 지표의 피복을 완전히 가리는 것이 아니기 때문에 연무지수 역시 피복의 영향을 받는다. 따라서 서울시 내의 피복분류를 실시하여 같은 토지피복을 대상으로 비교하였다. 본 연구에 사용된 화상 중 육안판독에 의해 연무현상이 없는 1996년 9월 1일 화상을 5개의 분류항목(도시, 삼림, 논, 수체, 나지)으로 최대우도추정분류(maximum likelihood classification)를 시행 하였다. 이렇게 분류된 항목 중 서울시의 대부분인 도시 분류항목과 삼림분류항목의 연무지수를 산출하여 각 행정구별로 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 연무지수의 검정

태슬모자형 변환에 의해 산출된 4번째 특징을 연무지수로 사용할 수 있는가를 검증하기 위해서 각 일자별 Landsat TM자료의 연무가 없는 삼림지역에서 10개의 표본을 추출하고 이를 서울시 각 행정구역별 삼림분류항목의 연무지수와 T-검정을 실시하였다.

귀무가설 $H_0 : \mu_{haze} = \mu_{non-haze}$, 대립가설 $H_1 : \mu_{haze} > \mu_{non-haze}$ 로 단측검정을 실시한 결과 1991

년 5월 31일 자료의 경우 $t = 4.2950$ 으로 귀무가설을 기각하고 0.01%의 유의수준에서 유의한 차이가 있다. 마찬가지로 1996년 9월 1일 자료와 1997년 6월 17일 자료도 동일한 방법을 적용한 결과 1997년 6월 17일 자료는 t 값이 8.6785로서 귀무가설을 기각하고 유의한 차이가 있었으나 1996년 9월 1일 자료의 경우 t 값이 1.8701로서 귀무가설을 수락하고 유의한 차이가 없음을 보였다. 이 결과는 육안판독과 마찬가지로 1996년 9월 1일에 연무현상이 없음을 나타내고 태슬모자형 변환의 4번째 특징을 연무지수로 사용할 수 있음을 보여준다.

1996년 9월 1일 자료를 최대우도분류방법으로 감독분류한 결과는 table 1과 같으며 서울의 대부분을 차지하고 있는 삼림과 도시의 연무지수를 각 행정구별로 비교하였다.

Table 1. Result of maximum likelihood classification of Seoul on June, 17 1996.

분류항목	삼림 (forest)	수체 (water body)	논 (paddy field)	도시 (urban)	나지 (bare soil)	계
계(pixel)	228424	29847	7702	399765	11724	677462
면적비(%)	33.72	4.40	1.14	59.01	1.73	100

Fig. 1은 각 행정구별 평균 연무지수를 나타낸 것으로서 1996년 9월 1일 자료의 연무지수 값이 다른 두 날짜의 연무지수보다 낮은 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 Fig.2는 삼림분류항목의 각 행정구별 연무지수로서 도시와 같은 연무지수 분포를 가지고 있음을 알 수 있다.

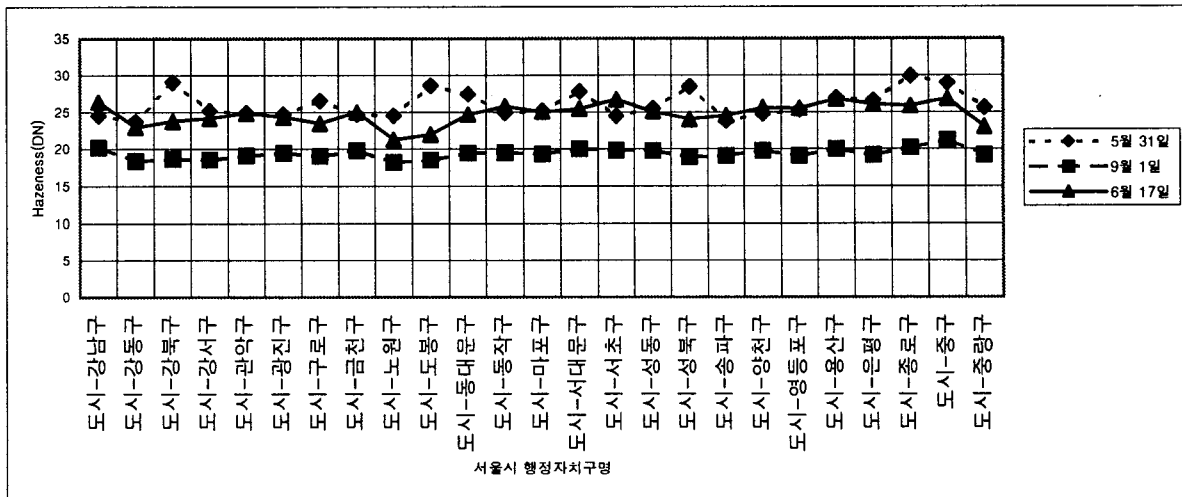


Fig. 1 Mean haziness index of the class 'urban'

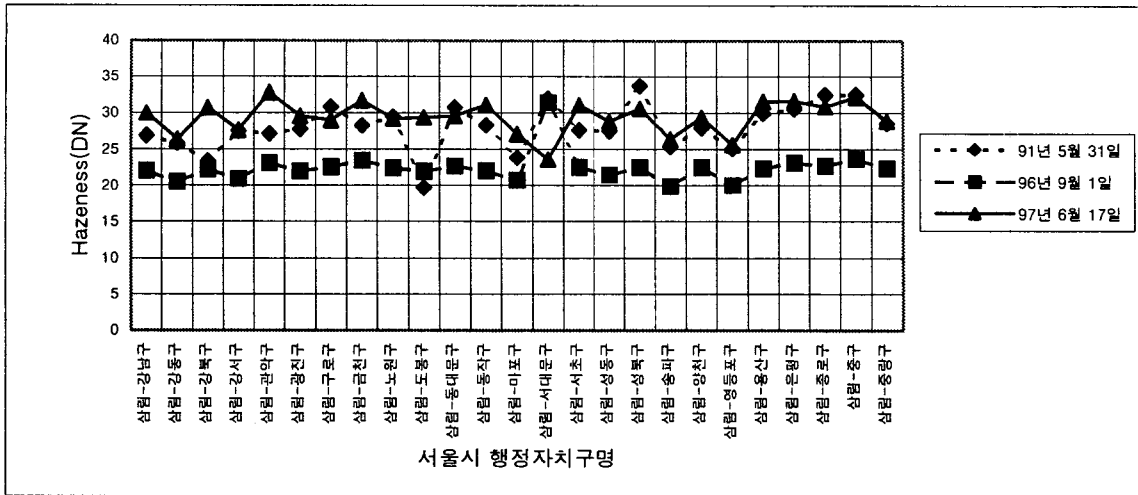


Fig. 2 Mean haziness index of the class 'forest'

Fig. 3은 기상측정항목인 시정과 습도를 각 일자별 서울시 평균 연무지수와 비교한 그림으로서 시정의 경우 연무지수와 역상관의 경향이 나타나는 것을 볼 수 있다. 즉 연무지수를 통하여 연무가 많을수록 시정거리가 적어진다는 사실을 확인 할 수 있다.

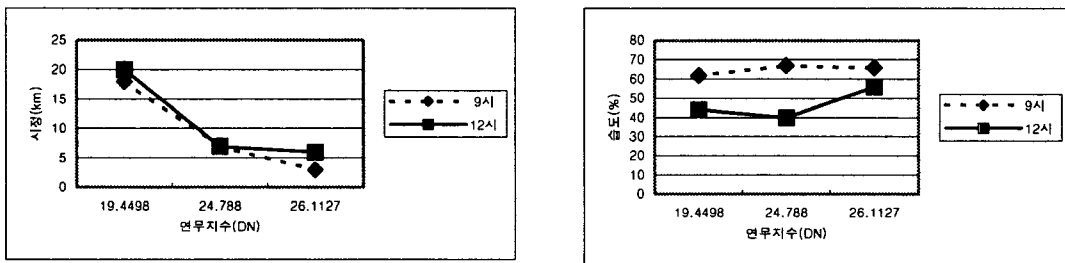


Fig. 3 Comparison of haziness index and visibility, air humidity

결론

서울시 3개의 Landsat TM자료를 사용하여 분석한 결과 태슬모자형 변환의 4번째 특징을 연무지수로서 사용할 수 있음을 확인 하였다. 따라서 연무지수를 유색밀도편분법을 사용하여 연무지수농도별로 분류하여 사용할 수 있다. 그러나 연무의 원인에 대한 대기오염인자와의 관계는 찾을 수 없었으며 시정과 역상관의 경향을 보이고 있다. 따라서 연무지수를 통하여 대기혼탁상태를 나타내는 연무농도에 대한 하나의 지표로서 사용이 가능함을 알 수 있다.

사용한 Landsat TM자료의 경우 1996년 9월 1일에 서울시에 연무현상이 적었음을 T-검

정을 통하여 확인 하였고 서울시 내에서는 각 구별 연무지수를 살펴본 결과 강북지역의 중구, 종로구가 그리고 강남지역에 강남구, 서초구에 높은 연무지수를 나타내었다. 중구와 종로구의 경우 교통량 뿐만 아니라 남쪽의 남산과 북쪽의 인왕산이 위치하고 있어 분지형태의 지형을 가지고 있는 것이 원인으로 판단된다. 연무지수를 통하여 서울시의 연무상태를 충분히 파악할 수 있으며 대기오염 인자 및 기상인자와의 정확한 관계를 구명하기 위해 추후 연구가 필요하며 마찬가지로 구름에 의한 현상을 연무와 구별할 수 있는 추가 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- 김필수, 1988, 서울대기 Aerosol의 물리적 특성 : 가시광선의 산란, 한국대기보전학회지, 4(2), pp. 28-27.
- 오현선, 윤순창, 1996, 서울지역의 시정악화에 영향을 미치는 대기오염 및 기상장 특성, 한국기상학회지, 32(1), pp. 131-138.
- Kauth, R.J. and G.S. Thomas, 1976. The Tasseled Cap – a graphic description of the spectral – temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. Proceedings of Symposium on Machine Processing of Remoted Sensed Data, Purdue University, West Lafayette, USA, pp. 326-335.
- Crist, E.P. and R.C. Cicone, 1984, Application of the Tasseled Cap Concept to Simulated Thematic Mapper Data, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 50, pp. 343-352.
- Crist, E.P. and R.J. Kauth, 1986, The Tasseled Cap De-Mystified, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52(1), pp. 81-86.
- Jessen, J.R., 1996, Introductory Digital Image Processing – A Remote Sensing Perspective, Prentice Hall, 316p.
- Lavrea, J., 1991, De-Hazing Landsat Thematic Mapper Images, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(10), pp. 1297-1302.