

PA3) 색차분법을 이용한 시정감쇄현상에 대한 영상학적 분석 Visibility Study by Image Analysis Using Color Difference Method.

김경원 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술연구센터

1. 서론

주 구성요소가 산소와 질소 기체인 대기는 백색광을 지닌 광원, 즉 태양광에 대하여 선택적으로 빛을 산란시킴으로써 파란색을 나타낸다. 이것은 Rayleigh scattering 효과가 파장의 4승에 반비례하기 때문에 450nm 부근의 파란색은 700nm 부근의 빨간색에 비하여 약 6배이상 강한 빛을 산란시키기 때문이다. 그러나 실제로 하늘은 고정된 색을 지니고 있지는 않다. 태양과 관측자 및 관측지점의 유기적 관계에 의하여 하늘의 색은 주기적이며 임의적으로 다르게 보인다. 청정 대기에서의 하늘의 색은 위의 변수만으로도 예측이 가능하다. 그러나 대기오염물질의 유입에 의해 시정이 악화된 경우, 대기중에 부유하는 입자상 및 가스상 오염물질은 빛의 산란 및 흡수현상을 통해 하늘의 고유한 색의 채도, 명도 및 색조까지도 변화시킨다. 따라서 RGB(red, green, blue) 및 HSI(hue, saturation, intensity)를 이용한 영상 분석을 통하여, 대기중의 시정거리의 변화를 광학적 시정관측의 결과와 비교하여 정량적으로 평가하고자 한다.

2. 연구 방법

색차분법(color difference method)은 그림 1에서와 같이 색좌표계(color coordinate)에서의 두 색성분 간의 차이를 측정하는 방법이다. 영상의 구성은 빛의 3원색인 빨강, 초록, 파랑의 각 성분 값의 조합으로 이루어진 색조(hue)와 순수한 색에 흰색이 섞인 정도를 나타내는 채도(saturation) 및 빛의 밝기에 따라 흑백으로 표현하는 명암(intensity)의 복합적인 3차원구조를 이루고 있다.

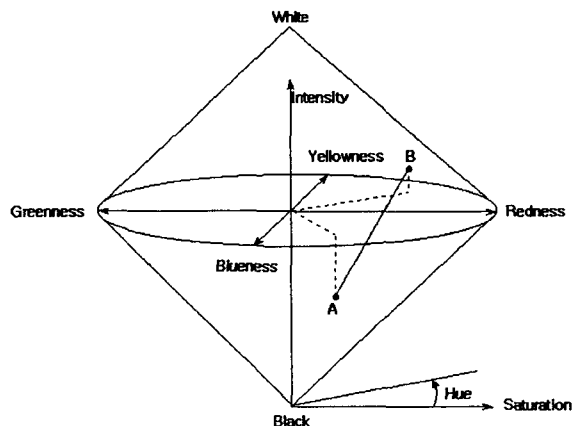


Fig. 1. The difference in color between two stimuli quantified by plotting their coordinates.

각 색성분의 값의 범위는 1 ~ 255로서, 본 연구에서는 광주시 하늘의 고정된 지점에서 관측된 맑은 하늘의 RGB의 값을 각각 245, 145, 60으로 하여, 변화된 하늘과의 color difference(ΔE)를 식 1을 이용하여 계산하였다. ΔH , ΔS , ΔI 는 두 관측색 성분 값의 비를 나타낸다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta H^2 + \Delta S^2 + \Delta I^2)} \quad (1)$$

영상 분석의 결과는 transmissometer에 의해 관측된 소멸계수와 에어로졸의 화학적 성분분석 결과와 함께 비교 검토되었다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 빛 소멸계수와 색조, 채도, 명암 성분에 대한 상대비의 값의 관계를 나타내고 있다. 시정감쇄에 따른 색조(hue)의 변화는 채도(saturation) 및 명암(intensity)의 변화에 비하여 상대적으로 적음을 확인할 수 있다. 관측기간 동안 대기오염 물질 중 선택적으로 파란색의 빛을 흡수할 수 있는 NO₂ 가스는 평균 16.5 ppb에 불과하여 색조의 변화에는 크게 영향을 주지 못하였다. 그러나 입자의 증가에 의한 태양광의 차단 및 백색광 모두를 흡수하는 원소탄소(elemental carbon)입자들의 증가(평균농도 8.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 시정이 악화될수록 명암이 급격하게 떨어지고 있음을 확인할 수 있으며, 입자들의 Mie산란으로 백색 성분이 증가하여 채도가 낮아진 것으로 분석되었다. 따라서 빛을 선택적으로 흡수할 수 있는 특정 오염원의 대기중 농도가 상당히 높지 않은 경우, 시각적으로 시정감쇄현상은 채도와 명암도를 낮게 유도함으로써, 전경을 흐릿하고 어둡게 만든다.

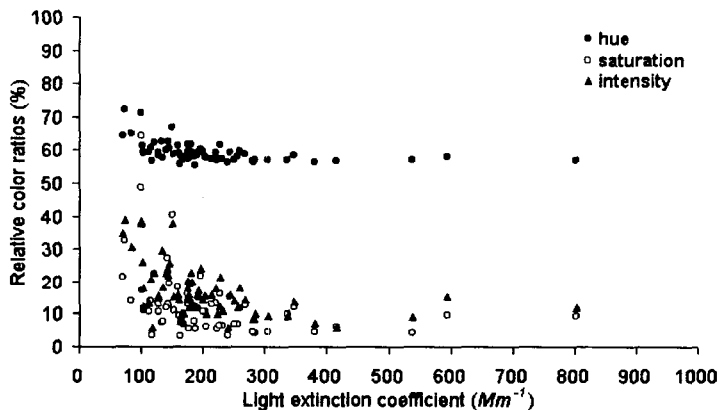


Fig. 2. Relationship between relative color ratios and light extinction coefficient.

4. 시사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링신기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금 및 두뇌한국 BK21사업 지원금에 의한 것입니다.

참고 문헌

- Gorraiz, J., Horvath, H., and Raimann, G. (1986) Influence of small color differences on the contrast threshold: its application to atmospheric visibility, *Appl. Opt.* Vol.25, 2537-2545.
- Henry, R.C., Mahadev S., Urquijo, S, and Chitwood D. (2000) Color perception through atmospheric haze, *J. Opt. Soc. Am.* Vol.17, 831-835.