

## PA35) HSI 색차법을 활용한 미세먼지의 화학적 조성에 따른 체감시정 변화 예측

### Prediction of Perceived Visibility Variation with Chemical Composition of PM<sub>10</sub> Using the HSI Color Difference Method

김경원·김영준<sup>1)</sup>

경주대학교 건설환경공학부,

<sup>1)</sup>광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터

#### 1. 서론

체감시정(perceived visibility) 변화의 예측은 대기오염물질의 광·화학적 특성을 토대로 색채학적 알고리즘이 융합된 대기오염 현상에 대한 총괄적 해석으로써 대도시 시정장애 현상에 대한 개선방안을 제시할 수 있다. 체감시정의 예측은 에어로졸소멸모델과 색상구현모델에 의해 결정된 시정영상의 모사에 의해 구현되며 시정장애 유발물질의 화학적 변화를 모사할 수 있는 대기확산모델을 병합함으로써 완성된다. 체감시정의 예측의 재현성 및 정확성은 배출원 자료의 정확도 및 에어로졸의 광·화학적 관측 자료의 고해상도 분석에 의존된다. 본 연구에서는 서울시립대 및 남산타워호텔에서 각각 관측된 시정장애를 유발시키는 대기오염물질의 화학적 조성, 광학적 요소, 기상조건 및 전경사진을 토대로 서울시의 체감시정의 변화가 모사되었다.

#### 2. 연구 방법

서울을 중심으로 수도권권의 시정장애 현상을 규명하기 위하여 2002년부터 2005년까지 서울시립대 소재 특별사이트에서 1분 간격의 광학적 실시간 관측, 1시간 간격의 화학적 준실시간 관측 및 24시간 간격의 집중관측이 실시되었다. 분석된 에어로졸의 광학적 및 화학적 특성을 토대로 시정장애를 유발시키는 대기오염물질의 단위질량당 빛소멸효율 및 습윤 입자의 물리적 성장에 관한 관계식을 개선함으로써 체감시정을 모사할 수 있는 기반 자료가 구축되었다. 그림 1에서와 같이 입력자료는 가스상 및 입자상 대기오염물질의 질량농도와 상대습도 및 대기압 등의 기상자료로 구성된다. 가스상 물질에는 빛을 흡수하는 이산화질소(NO<sub>2</sub>)가 대표적이며, 입자상 물질에는 그 분류에 따라 입경 분포(PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), 원소 성분(Na, Al, Si, Ca, Fe, Ti, S), 이온 성분(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 탄소 성분(organic carbon, elemental carbon)으로 구성된다. 특히 친수성 입자들은 수증기에 의하여 입자가 물리적으로 성장하기 때문에 이런 물리적인 성장으로부터 기인된 산란효율(scattering efficiency)의 변화를 고려하기 위하여 상대습도 자료가 요구된다. 또한 원시 대기(pristine atmosphere)에 의한 Rayleigh 산란은 대기의 밀도와 밀접한 관계를 이루고 있으므로 입력자료로 대기압 또는 고도에 관한 자료가 요구된다. 입력된 자료는 질량수지식(mass balance)과 빛소멸관계식(light extinction budget equation)에 의하여 출력자료로 변환된다. 각 관계식은 수학적 및 물리·화학적 알고리즘으로 체계화되어 있다. 출력된 광학적 자료는 빛소멸계수, 빛산란계수 및 빛흡수계수로 구성되며, 세부적으로 입경분포에 따른 빛소멸계수와 빛산란계수를 추정할 수 있도록 구성되어 있다. 광학적 자료는 Koschmieder의 관계식 및 HSI 색차관계식(HSI color difference equation)(Kim and Kim, 2005)에 의하여 단계적으로 시정거리 및 시정영상으로 모사된다. 시정을 모사하기 위한 입력자료, 구성 관계식 및 출력자료를 그림 1에 나타내었다.

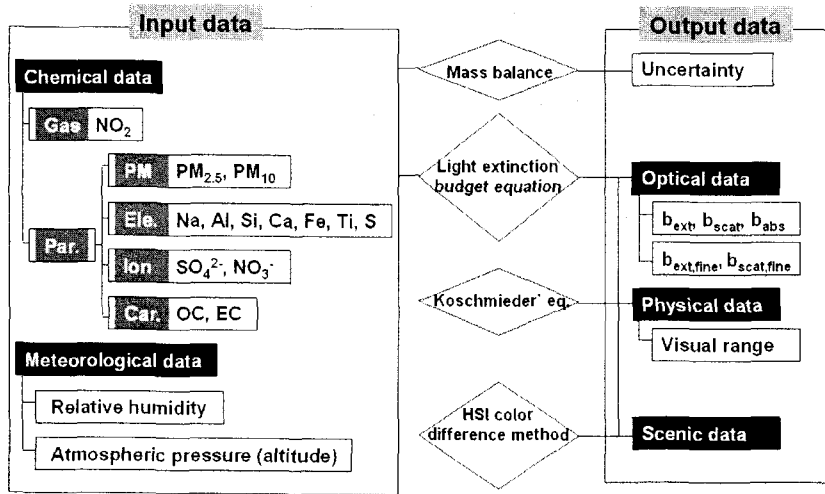


Fig. 1. Function diagram of an algorithm for perceived visibility prediction.

### 3. 결과 및 고찰

산정된 빛소멸계수의 불확실성은 질량수지에 의하여 16.3 ~ 26.5 %로 계산되었다. 산정된 빛소멸계수는 색차법에 의하여 분석된 색차와의 상관성을 토대로 색채학적 분석기법을 사용하여 사진으로 모사되었다. 서울시의 평균 시정 사례를 기준으로 황산암모늄(NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>), 질산암모늄(NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), 유기물(OMC), 원소탄소(EC), 미세토양(FS), 조대황산암모늄(NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>), 해염(SS), 미네랄(MD) 입자의 농도를 각각 9.3, 7.2, 7.7, 6.3, 2.8, 6.2, 1.7, 43.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  으로 선정한 조건에서 시정을 산정한 결과는 시정거리가 8.0 km, 빛소멸계수가 486  $\text{Mm}^{-1}$ , 빛산란계수가 279  $\text{Mm}^{-1}$ , 빛흡수계수가 79  $\text{Mm}^{-1}$  이었다. 빛소멸계수가 486  $\text{Mm}^{-1}$ 로 관측된 사례의 시정 영상의 색차는 그림 2에서와 같이 118.8로 분석되었다.

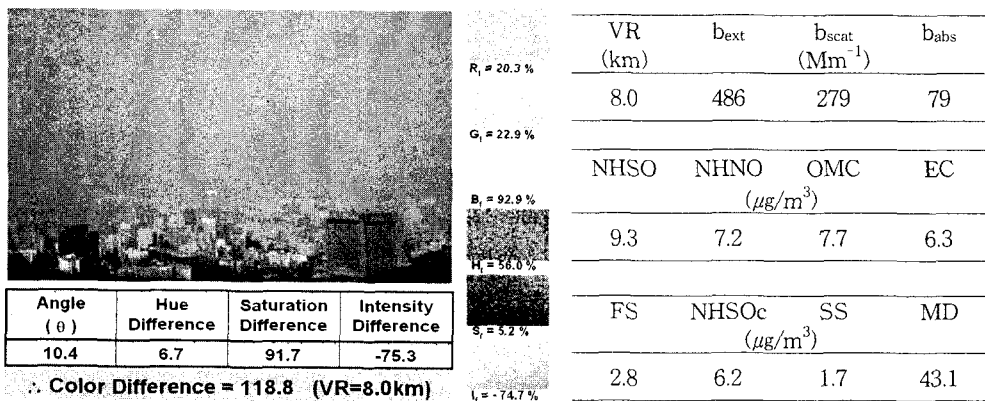


Fig. 2. Perceived visibility prediction using the HSI color difference method.

### 참고 문헌

Kim K.W. and Kim Y.J. (2005) Perceived Visibility Measurement Using the HSI Color Difference Method, J. Korean Phys. Soc., 46(5), 1243-1250.