한국대기환경학회 1999 추계학술대회 논문집
Proceedings of 29th Meeting of KOSAE (1999) pp. 418~419
Proceedings of Korean Society for Atmospheric Environment

PS30(DR28) SODAR/RASS 자료를 이용한 서울지역 대기확산 평가 기법

An Evaluation Technique for Atmospheric Dispersion Characteristics in Seoul Using Acoustic Sounding Profiler

김정수 · 최양일 · 마창민
국립환경연구원 대기연구부

1. 서 론

배출된 대기오염물질은 기상조건에 따라 농도가 크게 달라질 수 있으며 이러한 현상을 규명하기 위해서는 지상 및 상층기상 관측이 필수적이다. 본 연구에서는 서울지역의 발생가능한 대기오염상태를 판단할 수 기법을 개발하고자 고도별자동기상관측기(SODAR/RASS)로 측정한 고도별 풍향·풍속, 기온 등의 매시간 자료를 분석하였다. 그 결과 서울지역 대기오염물질의 확산정도를 분류한 대기확산등급을 산정하였다. 기존의 '대기안정도'는 배출된 오염물질의 풍하거리에 따른 확산정도가 대기상태에 따라 달라지는 것을 등급화한 것에 비해, 본 연구에서의 대기확산등급은 배출되어 이미 고르게 확산된 오염물질이 도시전체의 대기상태에 따라 변화되는 농도 수준의 가능성을 등급화한 것이다.

2. 연구 방법

SODAR/RASS로는 고도별 풍향, 풍속, 수직풍속, 기온, 바람의 U,V,W 성분의 표준편차가 30m 간격으로 최고 920m까지 매 시간 측정되며, 이로부터 혼합층내의 바람 특성과 기온구조는 물론 역전층 및 오전의 혼합고 발생을 판단할 수 있는 장점이 있다.

대기중에서의 오염물질농도는 다음과 같이 간단하게 표현할 수 있다.

대기오염농도 = (배출특징) · (기상특징)

배출특징 = (배출량) · (화학반응) + (유입량)

기상특징 = (이류) · (확산)

따라서, 위의 표현에서 우측항의 각각을 규명하는 것이 보다 정확한 예측을 위한 연구과제이기도 하다. 본 연구는 고도별 기상측정자료를 이용하여 이류와 확산특징을 분석함으로써 배출특징을 고려하지 않았을 경우의 고농도 발생가능성을 추정할 수 있는 예측기법을 모색하기 위한 것이다. 그와 같은 고농도 발생가능성을 7개 등급으로 분류하여 '대기확산등급'칭하고 다음과 같은 방법으로 산정하였다.

2.1 이류 강도(advection strength)

이류강도는 혼합층내 평균풍속의 역수에 비례하는 것으로 하고, 혼합층내의 평균풍속을 계산하기 위해 다음과 같은 방법을 사용하였다. 혼합층 평균풍속 WS_e 은,

$$WS_e = \frac{\sum (WS_i \times f_i)}{\sum f_i}$$

여기서, WS_i , f_i 는 각 고도층에서의 풍속 및 가중치로 가중치는 대기확산모델로 구한 값을 이용하였다.

가중치를 이용한 이유는 대기오염농도 분포가 고도별로 다르기 때문에 기층별 풍속이 오염농도에 미치는 영향도 달라지기 때문이다.

2. 2 확산강도(dispersion strength)

대기의 수직확산 정도를 파악하기 위하여 대기안정도 산정방법 중 고도별 기온차를 이용하는 방법(⊿

T/⊿Z)과 수직풍의 표준편차(Sigma-E)를 이용하는 방법, 풍향의 표준편차(Sigma-A)를 이용하는 방법의 3가지를 모두 계산하여 그 평균값으로 하였다. 이는 결측에 따른 자료 부족을 보완하고 산정방법간 차이를 보정하기 위한 것이며, 각각의 계산방법은 다음과 같다.

- 기온감율(⊿T/⊿Z) : 80m 와 350m간의 기온차(℃/100m)

$$\Delta T = \frac{(T_2 - T_1)}{(Z_2 - Z_1) \times 0.01}$$

- 수직풍의 표준편차(Sigma-E) : 80m고도에서의 표준편차

$$\sigma_E = \sigma_W / U \quad \text{[radian]}$$

$$= (180/\pi) * (\sigma_W / U) \quad \text{[degree]}$$

- 풍향의 표준편차(Sigma-A) : 80m고도에서의 풍향의 표준편차

이와 같이 구한 확산값은 다음과 같이 등급별로 지수화하여 그 평균치를 사용하였다.

Table 1. Determinant factors for three atmospheric classification methods

class	1	2	3	4	5	6	7
⊿T(℃/100m)*	< -2	-1 ~ -2	-1 ~ -0.6	-0.6 ~ 0	0 ~ 1	1 ~ 2	≥ 2
Sigma-E**	> 20	14 ~ 20	10.5 ~ 14	5.5 ~ 10.5	4 ~ 5.5	2.5 ~ 4	≤ 2.5
Sigma-A***	> 40	30 ~ 40	20 ~ 30	12 ~ 20	8 ~ 12	4 ~ 8	≤ 4
Determinant Factor	0.8	0.9	0.95	1.0	1.05	1.1	1.2

* : 4 - 7등급은 역전층 발생상태를 의미함

,* : Irwin(1980)의 방법을 이용하여 수정·보완함

2. 3 대기확산등급 분류

대기확산등급은 지수화한 확산강도의 값에 풍속의 역수를 곱한 결과를 7개 등급으로 나누어 분류하도록 하였다. 이와 같이 구한 값들은 다음의 표에 의해 대기확산등급으로 분류된다.

Table 2. The range of atmospheric dispersion class for the product of dispersion and advection strength.

class	1	2	3	4	5	6	7
range	<0.13	~0.164	~0.22	~0.333	~0.51	~0.81	≥0.81

3. 결과 및 고찰

고도별자동기상관측기(SODAR/RASS) 측정자료를 분석하여 매 3시간 간격의 대기확산등급을 산정하였으며, 각 날 또는 시간대별 확산정도를 판단할 수 있었다. 이와 유사한 평가기법으로는 혼합층 고도와 혼합층내 평균풍속을 곱하여 얻어지는 소위 '환기지수'라는 것이 있다. 이는 수직확산을 고려하지 못하며 유효한 혼합층 고도를 결정하는데 어려움이 있다. 토론을 통해 보다 발전적인 기법이 정립될 수 있기를 기대해 본다.