

## DR9) 임해지역 저풍속 조건에서의 대기확산모델링 개선을 위한 연구

### A Study on the Improvement of Atmospheric Dispersion Modelling in Coastal Areas under Low Wind Conditions

박 옥 현 · 이 상 훈 · 천 성 남<sup>1)</sup>

부산대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>한국전력연구소

#### 1. 서론

이전의 연구에서는 중풍속에서 강한 풍속까지의 대기경계층 난류구조는 잘 해석하였으나, 저풍속 안정한 대기조건일 때 난류구조에 대해서는 아직까지 잘 알려져 있지 않다. 또한 육지와 거대한 수체의 열적 특성차이를 갖는 임해지역에서의 확산은 Praire지역을 비롯한 내륙지역과는 다른 특성을 갖는다. 임해지역에서는 오염원으로부터 중단거리에서 저풍속시에 지표상에 고농도가 발생하는 오염물질확산현상이 잘 발생한다. Pasquill-Gifford시그마 노모그램을 적용하면 Gaussian 모델은 이 기상조건에서 오염물질농도를 과대 평가하는 경향을 가진다. 임해공단의 비중을 고려할 때 임해지역 특히 저풍속(2m/s이하) 조건하에서의 대기확산모델링 성능개선의 필요성이 있다. 이 연구에서는 일사량, 풍속, 운량에 따라 대기 안정도를 결정짓는 Paquill의 대기 안정도 구분법 대신 수평 및 연직방향 풍향의 표준편차( $\sigma_\theta$  및  $\sigma_\phi$ )에 의한 안정도 구분법에 따른 분리식 sigma schemes에 따른 분산계수평가를 통한 임해지역 대기 확산모델성능개선에 주된 목표를 두었다. 이 연구를 위해 삼천포화력발전소를 중심으로 이 지역의 수평 및 수직방향의 분산계수 평가를 위해 남해 기상대의 98년 9월 1~98년 10월 31까지의 3분평균 풍향자료와 1시간 평균풍속자료, 삼천포 화력발전소에서의 같은 기간의 1시간 평균 풍향, 풍속, 대기안정도 등의 저층기상자료 그리고 포항과 보령지역의 Sodar를 이용한 98년 1월~98년 5월중에서 월별 3일간의 15분 평균의 풍향 표준편차 등의 고층기상자료를 이용하였다.

#### 2. 대기안정도 및 혼합고 결정

대기안정도는 3분평균풍향의 남해기상자료를 이용하여 구분하였다. 수직방향의 풍향표준편차( $\sigma_\phi$ ) 측정자료가 없어 보령지역에서 Sodar를 이용해서 구한 안정도 등급별 고도별  $\sigma_\theta$ 와  $\sigma_\phi$ 의 관계로부터 수직방향 풍향의 표준편차를 결정하였다. Sodar자료를 이용하여 대기안정도를 구분할 때 Sodar echogram을 이용한 대기안정도구분법에 따라 구분하였다. 표 1에서 Pasquill 안정도 분류법에 따른 각 안정도 등급별로 각 시그마의 기준과 남해 기상분석 결과를 나타내었다.

Table 1. Wind fluctuation criteria for the determination of Pasquill stability class and average sigma values in Nam Hae for each class

Pasquill Stability Class	A	B	C	D	E	F
$\sigma_\theta$ Criteria	>22.5	17.5~22.5	12.5~17.5	7.5~12.5	3.8~7.5	<3.8
$\sigma_\theta$ (Nam Hae)	32.8	20.1	14.7	9.8	5.7	3.0
$\sigma_\phi$ Criteria(Irwin)	>11.5	10.~11.5	7.8~10.0	5.0~7.8	2.4~5.0	<2.4
$\sigma_\phi$ (Nam Hae)	15.5	9.5	7.0	5.0	2.6	1.4

포항기상자료를 적용하여 Holzworth(1972)가 제안한 방법에 따라 최대 혼합고와 최소 혼합고를 결정하고 EPA에서 사용하고 있는 기상 전처리 프로그램인 PCRAMMET의 위도별 일사량에 대한 시간별 회귀방식을 써서 혼합고를 교정하였다. 9월, 10월에 낮 시간 및 밤 시간 동안 평균혼합고는 각각 1020m 및 1000m이었다.

### 3 바람자료 분석

98년 9월과 10월 남해의 1시간 평균풍속은 밤에 1.5m/s 이고 낮 동안에는 1.8m/s로 대체로 풍속범위가 저풍속범위(2m/s이하)였다. 밤 시간동안의 풍향의 표준편차( $\sigma_\theta$ )와 풍속과의 관계를 그림 1 a)에 나타내었는데  $\sigma_\theta = 11.7/U$ 의 관계가 있었으며 이는 Hanna(1983)의 보고와 비교된다. 그림 1 b)에서는 대기 안정도별 고도에 따른  $\sigma_\theta$ 와  $\sigma_\phi$ 관계를 나타내고 있다.  $\sigma_\phi \propto A\sigma_\theta$ 에서 A값은 안정,중립 및 불안정조건시 각각 0.58, 0.66 및 0.71이었고 안정조건시 고도 50m, 100m 및 300m에서의 A 값은 각각 0.56, 0.60 및 0.62이었다.

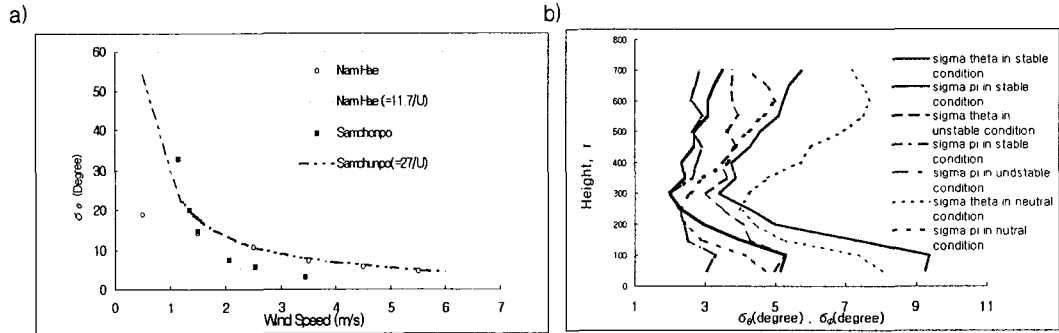


Fig. 1. a)  $\sigma_\theta$  vs wind speed

b)  $\sigma_\theta$  and  $\sigma_\phi$  vs height

### 4. 각종 sigma schemes에 따른 분산계수

Pasquill Gifford를 비롯한 여러 과학자들의 시그마 평가법(박·천(1998))을 적용하여  $\sigma_y$  및  $\sigma_z$ 를 계산한 결과는 그림 2와 같고 여기에 참고로 현장에서 측정한 자료들을 나타내었다.

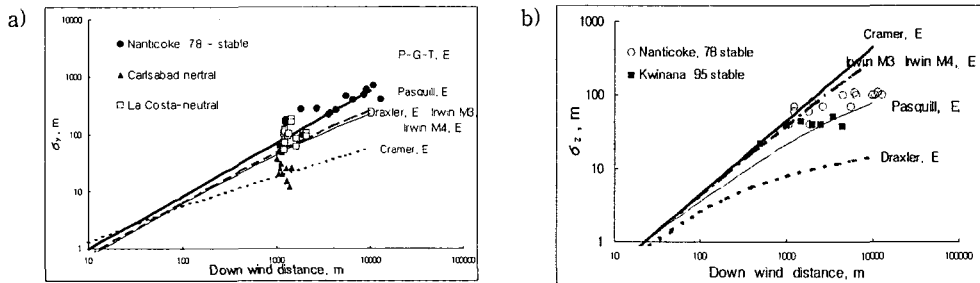


Fig. 2 a) Comparison of various  $\sigma_y$  schemes

b) Comparison of various  $\sigma_z$  schemes

### 5. 결론

1) Pasquill 방법에 의해 Stability가 더욱 안정한 부류로 분류되는 경우에  $\sigma_\theta$ ,  $\sigma_\phi$ 를 이용한 분석시 분류법을 적용하면 더욱 불안정한 부류로 분류되는 경우가 있고 그 정도는 지역 의존적이다. 특히 강한 안정 저풍속시에 이 경향은 더 크게 나타나서 Pasquill 방법에 따라 구분된 대기안정도 F등급, 풍속 2m/s 이하인 경우의 남해평균  $\sigma_\theta$ 값은 Pasquill 안정도 F등급의 평균  $\sigma_\theta$  기준값 보다 4배 이상 크게 나타났다.

2) Pasquill 분류법으로 구분된 대기안정도 E, F등급은  $\sigma_\theta$ 값을 기준으로 한 안정도 구분법 적용시 각각 D 및 C등급으로 구분된다. 지상최대농도를 평가할 있어 안정, 저풍속조건시 Pasquill 분류법으로 구분된 E 및 F등급 안정도조건하에서 실제농도보다 각각 2.3배 및 30배 이상 과대 평가하게 된다.

3) 임해지역에서 모든 안정도 등급을 망라해서 고찰하면  $\sigma_\phi = 0.63\sigma_\theta$  관계가 있고 이식을 적용하여  $\sigma_\phi$  구하고 대기안정도를 구분한 결과는 Irwin  $\sigma_\phi$  기준에 비교적 잘 일치하였다.  $\sigma_\phi \propto A\sigma_\theta$  관계식에서 A값은 대기가 불안정할수록 그리고 적어도 표면대기층에서는 고도에 따라 증대되는 경향이 있다.

#### 참고문헌

- 1) 박옥현 · 천성남(1998) 복잡한 지형의 입해지역에서 대기 분산계수의 평가, 한국대기보전학회지, 14, 411-420.
- 2) Steven R. Hanna(1983) Lateral turbulence intensity and plume meandering during stable conditions, J. Climate Appl. Met, 22, 1424-1430.