

연안지역에서 ISCST3를 이용한 거대점오염원의 추정

김유근, 이화운, 문윤섭, 오인보*
부산대학교 대기과학과

1. 서 론

ISCST3(Industrial Source Complex Short Term Dispersion 3) 모델은 도시 및 시골 공단지역 등의 복잡한 오염원으로부터 1차 오염물질 및 독성유해물질을 예측할 수 있는 Gaussian plume 모델로서, 다양한 오염원과 지형의 영향, 주변지역의 건물에 의한 공기 역학적인 영향 및 건성침적 등을 고려한 대기질의 단기 예측에 이용된다(EPA:1995, 1999). 우리 나라와 같이 지형이 복잡하고 다수의 점오염원이 존재한 지역에서의 대기질 예측에 적당한 모델이다. 복잡지형의 확산모델은 주로 TSP와 SO₂의 예측시에 적용가능하나 반응물질인 NO₂의 경우 모든 NO_x가 NO₂로 배출되고 NO₂는 비반응성 물질이라는 가정하에 ISCST3 모델로 사용 가능하다(환경기술인회, 1996). 특히 복잡지형에 대한 모델링은 1년 이상의 기상자료를 필요로 하고, 임의의 기간을 대상으로 재정리할 수 있도록 구성되어야 하며, 정확한 예측점의 위치가 매우 중요하다. 이 때 예측 최고농도는 안정상태 하에서 연돌과 근거리애 위치하고 지형과 충돌하는 지점에서 나타나며, 계곡부나 오염원으로부터 1km이내에서는 예측점 위치에 특히 민감하게 나타난다. 예측범위가 광범위할 경우에는 1차 모델링시 적절한 간격(TM좌표 1km간격)으로 예측후 고농도로 나타날 가능성이 있는 지역에 보다 세밀한 간격으로 2차 모델링을 시행하여야 한다. 그러므로 복잡지형으로 인한 영향을 분석하기 위해서는 격자를 1km, 0.5km, 0.2km 등으로 조밀하게 분석할 필요가 있다.

부산지역의 경우 해안과 인접해 있고 산악이 도시 내에 형성되어 있는 지형적 특성을 가지고 있어 해륙풍과 지형의 영향이 대기오염물질의 이동에 중요한 요소가 된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 국지적 특성을 고려하여 해안지역에 거대 점오염원이 존재할 때 그 주변의 환경에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 특히 본 연구에서는 ISCST3 모델의 기상 및 대기질 입력자료의 산출방식을 보다 세밀히 제시하고 점오염원 이용시 대기질평가에 있어 고려되어야 할 연기충돌(fume impaction), 빌딩에 의한 오염물강하(down-wash), 연기침강(fumigation)을 고려하여 오염원으로부터의 기여도를 진단하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 대상지역 및 대상기간 설정

본 연구에서는 부산 감천동에 위치한 복합화력발전소가 포함된 1km크기의 수평격자, 20×20개를 모델링 영역을 설정하였으며. 또한 각 격자점의 고도를 조사하여 지형자료로 이용하였다. 모델 수행 대상기간은 1998년 1월부터 1998년 12월까지 12개월동안으로 하였다.

2.2 입력자료

1)배출원자료

본 연구에서는 거대점오염원인 부산 복합화력발전소의 배출량을 조사하였으며 배출량 산정대상물질은 TSP 및 NO₂로 선정하였다. 이 때 주위건물에 의한 오염물강하(down-wash)를 고려하기 위해 주변건물의 높이와 폭을 10°간격으로 내삽하였다.

2)기상자료

ISCST3모델이 중요한 입력자료인 기상자료는 풍향, 풍속, 온도, 안정도, 교외·도시 혼합고, 거칠기길이, 마찰속도, 안정도길이, 안정도지수 등으로 구성되어 있는데, 이 자료는 대상부지인 부산 복합화력발전소 내에 설치한 1년간의 AWS자료를 사용하였다.

① 대기안정도

복합화력발전소내의 1년간 관측한 AWS자료중 풍향, 풍속, 일사량과 부산지방기상청을 운량자료를 바탕으로 Pasquill-Turner안정도산정법을 통해 부지의 풍향, 풍속별 대기안정도를 산정하였다.

② 대기혼합고

기존의 획일적인 혼합고산정에 비해 본 연구에서는 부지내의 정확한 혼합고 산정을 위해 EPA모델인 혼합고 모델을 이용하였는데, 입력자료로는 부지내의 연직기상 상태를 알 수 있는 Air-sonde 관측자료와 AWS지상관측자료를 사용하였다. 이 때 Air-sonde 관측은 계절별로 전형적인 날을 선택하여 3시간 간격으로 실시하였다.

③ 거칠기길이, 마찰속도 및 안정도 길이(Monin-Obukhov 길이)

거칠기길이는 도시 건물(10-15m)로 정의하였고, 마찰속도 및 안정도길이는 Fig. 1의 순서도를 통해 계산하였다(문윤섭, 1994)

3)지형자료

모델링 대상지역을 1km, 500m, 200m의 TM좌표로 세분화 한 후 각 점의 위치를 명시하고, 이 격자점에서의 고도를 지형자료로 이용하였다.

2.3 모델실행

거대 점오염원을 중심으로 기상조건에 따른 대기질 예측시 충돌점, 배출량 등으로 인한 영향을 등농도선으로 제시하고자 한다. 이 때 해안의 fumigation 형성에 따른 대기질의 농도예측은 연안으로부터 내부경계층의 높이를 산정하여 그 높이에 해당하는 충돌점의 농도를 고려하였으며, 빌딩에 따른 down-draft의 경우도 착지점의 고도와 빌딩의 높이를 고려한 충돌점의 농도를 고려하였다.

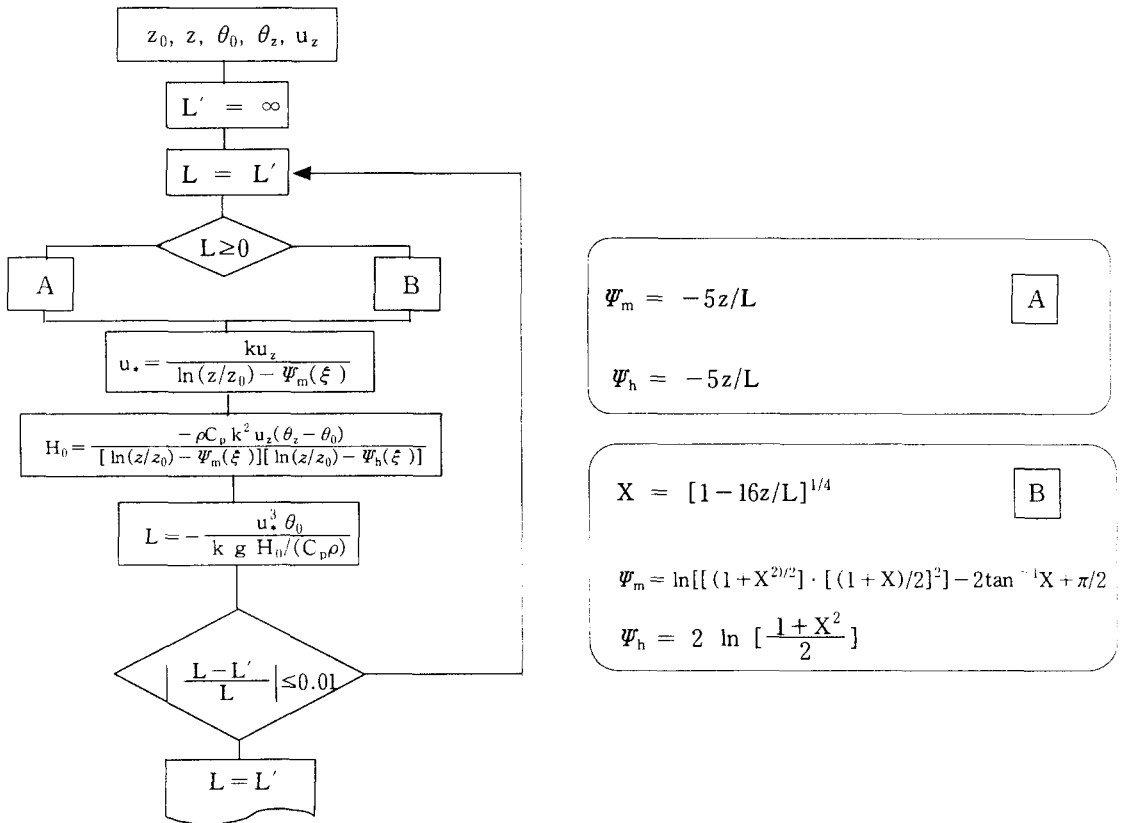


Fig 1. Flow diagram of estimation scheme of L .

3. 결과

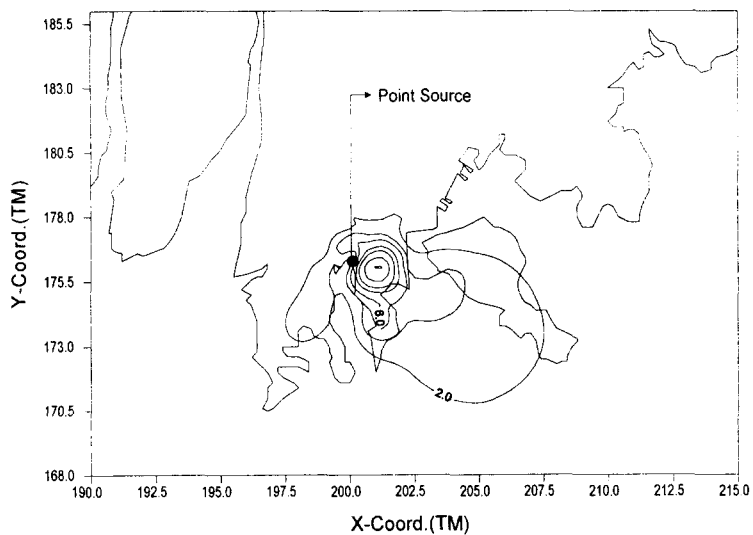


Fig 2. The annual average distribution of TSP concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) calculated by ISCST3 model at Pusan in 1998.

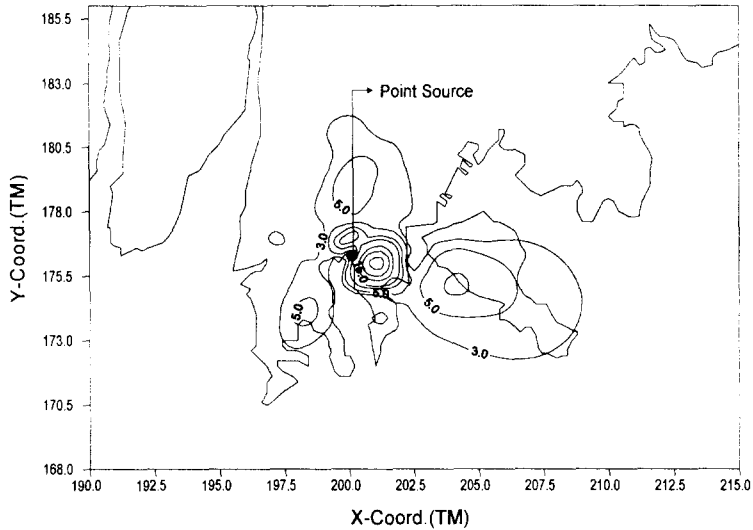


Fig 3. The annual average distribution of NO_2 concentration(ppb) calculated by ISCST3 model at Pusan in 1998.

참고문헌

장영기, 송동웅, 1995, 국내 대기오염모델링이 현황과 과제, 한국대기보전학회지, 11(1), 1-14.

김유근, 이화운, 전병일, 장은숙, 홍정혜, 문윤섭, 원경미, 송정희, 1996, 거대점오염원이 주변대기질에 미치는 영향에 관한 연구, 14, 41-50.

환경기술인회, 1996, 환경기술인 연보.

U.S. Environmental Protection Agency(a), 1995, User's Guide for the Industrial Source Complex(ISC3) dispersion models volum II,-Description of algorithms.

U.S. Environmental Protection Agency, 1999, User's Guide for the Industrial Source Complex(ISC3) dispersion models volum I ,-User instructions.

U.S. Environmental Protection Agency, 1999, User's Guide for the Industrial Source Complex(ISC3) dispersion models volum II,-Description of model algorithms.