

연안도시지역에서 대기오염의 3차원 수치예측모델링

- II. 대기오염물질의 이동과 확산예측 -

이 화 운, 김 유 근, 원 경 미*, 장 난 심
부산대학교 대기과학과

I. 서론

연안도시인 경우 대기흐름장은 국지순환계인 해륙풍과 산곡풍의 복합적인 요소에 의해 크게 영향받게 되므로, 연안도시에서 대기오염물질의 농도를 예측하고자 할 때는 연안도시의 흐름장 특성과 배출특성을 잘 고려할 필요가 있다. 더우기 특정 배출원에서 배출된 오염물질이 흐름장을 따라 이동, 확산해서 어느 곳에 영향을 미칠것인지를 예측한다는 것은 대기오염현상을 규제하고 관리하기 위한 정책적인 면에서 주요한 방편이 될 수 있다. 기존의 연구들에서는 오염물질의 이동을 Lagrangian Particle Dispersion Model(LPDMs)을 이용하여 평균 바람과 난류를 따라 방출된 수 많은 물질들의 확산과 수송을 묘사하여 왔으나, 이는 오염물질의 농도를 예측할 수 없는 한계를 가지고 있었다.

따라서 본 연구에서는 부산연안 도시의 특정 배출원에서 배출되어진 대기오염물질의 확산과 수송 특성에 따른 대기질 농도변화를 연구하기 위하여 Eulerian계에서 오염물질의 이류와 확산, 광화학 반응, 침적과정을 고려한 3차원 수치모델링을 수행하였으며, 확산과 수송특성은 대기오염물질의 수송과정을 잘 묘사할 수 있는 Lagrangian Particle Dispersion Model을 사용하여 고찰하였다. 여기에서 특정 배출원으로 내륙지역에서는 배출강도의 대부분을 차지하는 사상과 장림공단지역 두 곳과 연안지역에서는 선박의 입, 출항이 빈번한 부산의 북항에 있는 부두 두 곳으로 설정하였다. 오염물질의 배출은 오전 8시부터 시작하여 10분마다 연속 방출되어 오후 5시까지 계속되도록 하였다.

II. 선박배출원을 고려한 대기질 예측모델의 구성

1. 내륙지역 및 연안지역에서 오염물질의 배출량 산정

내륙지역의 배출량의 산정은 기존의 부산직할시 지역과 양산군 기장 일대 지역, 그리고 진해시 일부분을 포함하였고, SO₂, TSP, NO₂, CO, HC의 오염물질에 대해 1km × 1km 격자 간격으로 산정하였다. 산정방법은 부산광역시내 존재하는 각 오염원을 점, 선, 면 오염원으로 구분하여, 공해배출업소(1, 2, 3, 4, 5종) 자료와 각 지역의 주택현황자료, 연료 사용량, 각 지점별 교통량 자료, 격자별 도로길이율 등의 자료를 이용하여 점, 선, 면오염원에 대한 배출량을 산정하였다. 연안지역의 배출량 산정은 부산항을 중심으로 한 내항만을 계산영역으로 하였으며, 선박에서 문제시되고 있는 SO₂, NO₂ 오염물질에 대해 1km × 1km 격자 간격으로 산정하였다. 산정방법은 크게 선박의 정박시와 항행시로 나누었으며, 정박시는 하역시와 비하역시를 고려하여 산정하였고, 톤수등급별로 선박 1척마다의 배출량 원단위를 선박의 연료사용량과 기관부하율, 항행모드, 항행속도, 체제시간 등을 고려하여 산정하였다.

2. 대기유동장 모델

기초방정식계는 지형의 기복에 관계없이 계산할 수 있는 지형좌표계를 사용한 운동방정식, 온위방정식, 비습방정식, 연속방정식, 정역학방정식, 지중온도방정식으로 구성된 3차원 해륙풍 모델이며, 지표면의 온도는 지표면 열수지방정식을 사용하여 계산하였다.

3. 광화학반응모델

이화운 등(1992)의 연구에서 사용한 광화학반응모델(Photochemical Reaction Model, PRM)을 사용하여 계산하였다.

4. 침적모델

건성침적량을 추정할 수 있는 저항유사법을 사용하여 난류층과 점성층, canopy층으로 침적되어지는 대기오염물질의 침적속도와 침적량을 계산하였다.

5. 수송모델

대기유동장모델에서 계산되어진 바람장과 난류장이 고려된 Lagrangian Particle Dispersion Model을 사용하여 오염물질의 연속적인 위치를 계산하였다.

III. 결론

연안도시지역에서 선박배출원을 고려한 대기질 수치모델링은 연안도시의 실제 대기질을 잘 설명할 수 있었으며, 특히 선박에서 배출되는 오염물질들은 내륙지역의 농도에 크게 영향을 미침을 볼 수 있었다. 그리고 연안도시의 대기 유동장에서 대기오염물질의 이동과 확산을 예측한 결과, 부두근방에서 배출된 오염물질들은 주로 동래 주변의 내륙지역과 연안의 오염도에 영향을 미침을 예측할 수 있었고, 공단지역에서 배출된 오염물질은 북쪽 내륙지역인 화명동 주변과 연안가의 오염도에 영향을 미침을 예측할 수 있었다.

따라서 연안도시지역에서 연안주변의 오염도는 내륙지역의 공단배출 오염도 못지않게 문제화되고 있으므로 입출항하는 선박에 대한 강력한 배출가스규제가 가해져야 할 것이다.