

## PC3)            **중관 특성에 따른 지상 및 연직 관측자료 동화가 수평 및 연직 확산장에 미치는 영향**

### **The Effect of Surface and Vertical Observation Data Assimilation on the Horizontal and Vertical Flow Fields Depending on the Upper Wind Conditions**

최현정 · 이화운 · 김민정

부산대학교 지구환경시스템학부

#### 1. 서    론

오염 물질의 확산과 수송은 기온의 연직 열적 구조에 의해 좌우되기 때문에 대기 혼합층 발달을 지표 열속과 관련하여 분석할 필요가 있다(Coulter, 1979). 이 고도는 대기 안정도와 난류 에너지의 크기에 의해 변화하며, 하루 정도의 시간규모로 지면과 대기 사이의 상호작용으로 풍속, 온도, 습도와 같은 기상 요소 등이 급격히 변동한다. 특히 지표면에 가까운 층일수록 지표면의 영향을 많이 받게 되며(Daul and Fielke, 1993), 혼합층 내에서 모든 대기와 지면 사이의 운동량의 교환과 열 교환이 일어나기 때문에 대기 운동학적, 열역학적으로 뿐만 아니라 오염의 이류와 확산의 강도에 영향을 줄 수 있어 중요한 층으로 간주된다(Stull, 1988). 일반적으로 일출과 함께 지표면은 가열되어 열적 난류에 의해 혼합고가 높아지고, 일사가 점점 강하게 되어 혼합층 내의 온도는 급격하게 올라가지만 혼합층 높이는 그에 비례하여 높이가 성장하지는 않는다(Nieuwestadt, 1984). 야간에는 지면부근의 바람 shear에 의한 역학적 난류에 의하여 낮은 혼합층을 형성하지만, 대기 안정도에 따라 그 고도가 현저히 변화하게 된다. 최대 혼합고는 그 날 아침의 연직 기온분포, 일중 최고 기온으로 결정되므로 일사가 가장 강한 시간에 높이가 최대가 된다. 하지만 오염물질의 확산과 이류강도를 예측하기 위해 시간에 따라 변하는 혼합고를 모델에 통한 수치모의를 통해 그 높이를 산정하기가 어려운 현실이다. 더욱이 복잡한 도심규모를 수치모의 할 중규모 기상장 모델은 초기화 방법(initialization)이나, 모수화(parameterization), 해상도 등 각각의 모델이 가지고 있는 물리적 한계를 가지고 있다. 이에 중규모 모델에서는 관측자료를 통한 객관분석(objective analysis)의 중요성이 점차 대두되면서 자료동화 과정(Data assimilation)은 기상모델과 그에 수반되는 대기질 모델의 수행을 향상시키는 방안으로 활발히 연구되고 있다(Smolarkiewicz and Grell, 1992; Umeda and Martien, 2002; Choi et al., 2009). 이들은 지상 및 상층 관측자료 내삽을 통해서 기온장과 바람장뿐 아니라 오염물질의 농도에 지대한 영향을 미치는 혼합층의 고도 또한 실제 관측과 유사하게 개선할 수 있다는 것을 보였다. 특히 산악 지역이나 복잡한 연안지역에서는 지상 및 고층 관측 자료가 희박하고 관측소의 고도변화는 매우 심하므로 상대적으로 객관 분석된 기상장에 큰 오차를 발생시키는 원인이 된다(Stauffer and Seaman, 1999; Choi et al., 2009). 이러한 대기 경계층의 연직구조를 조사하고 이를 바탕으로 혼합층의 고도를 결정하는 것은 대기의 미기상학적 현상을 규명하고 대기오염 농도 변화를 모사하며, 오염도를 예측하는데 필수적인 과정이 된다. 따라서 이러한 지역에 대한 실제 관측이 이뤄져 모델 내 자료동화 되어 실제 확산장에 미치는 영향을 수평 및 연직으로 살펴볼 필요가 있다.

#### 2. 연구 방법

연구대상 지역인 광양만에서 수치모의 내 자료동화에 입력될 관측자료를 얻기 위하여 지상 및 연직 기상요소에 대해 집중 관측이 실시되었다. 측정 실시시간은 2009년 5월 9일에서 6월 19일(40일)간이며, 전남 광양시 태인동과 묘도(127°42' 14", 347°53' 6"), 여수 국가산업단지 인근 등 3지점에서 테더존데, 오존존데, 파이발, AWS 등의 장비를 이용하여 지상 및 연직 기상요소(풍향, 풍속, 기온, 습도자료 등) 관측이 이뤄졌다.

본 연구에서의 수치실험은 집중 관측기간 내 관측된 지상 및 상층자료가 종관상태에 따라 모델에 자료 동화되어져 수치모의 된 결과로 이 지역 오염물질의 수평, 연직 수송 및 축적 과정에 미치는 영향을 파악하기 위하여 설계되었으며, 국지규모의 기상조건, 바람장의 수평 및 연직 변화 등에 대해 자료동화의 효과를 비교 검증하기로 한다. 이를 위해 종관장의 영향이 비교적 강하게 나타나는 사례일과 국지규모의 대기운동이 활발하게 일어나는 약한 종관사례일로 구분하여 수치모의 하였다. 모델링 수행 기간은 2009년 5월 19일부터 6월 7일간이며, Kondo(1989)에서 제안한 약한 상층풍 조건( $WS_{850} < 5\text{m/s}, dT_{850}/dt < \pm 3\text{K}/12\text{h}$ )과 강한 상층풍 조건( $WS_{850} > 5\text{m/s}, dT_{850}/dt > \pm 3\text{K}/12\text{h}$ )에 의하여 분류하였다. 이 지역에서 관측된 고농도 오존사례일 중, 강한 종관사례일은 5월 31일에서 6월 1일, 약한 종관사례일은 6월 4일에서 5일이며 이 사례에 대한 수치모의로 자료동화의 효과를 집중 분석하기로 하였다(표 1).

Table 1. The description of MM5 numerical experiment for each case.

	Case		Radius of influence(km)
	Base		
MM5	FD		Default nudging coefficient( $10^{-4}\text{s}^{-1}$ )
	FD_NCR	NCR0.5 Strong syn.	Nudging regard of coefficient ( $10^{-4}\text{s}^{-1}$ )
		NCR6.0 Weak syn.	

#### 참 고 문 헌

- Choi, H.J., H.W. Lee, H.H. Leem, and J.H. Song (2008) The analysis of atmospheric flow field and air quality according to the high level ozone case on Gwangyang Bay, Journal of the Environmental Sciences, 17(7), 743-753.
- Choi, H.J., H.W. Lee, K.H. Sung, M.J. Kim (2009) The effect of atmospheric flow field according to the radius influence and nudging coefficient of the objective analysis on complex area, Journal of the environmental Sciences, 18(3), 271-281.
- Choi, H.J., H.W. Lee, K.H. Sung, M.J. Kim, Y.K. Kim, and W.S. Jung (2009) The impact of nudging coefficient for the initialization on the atmospheric flow field and the photochemical ozone concentration of Seoul, Korea, Atmospheric environment, 43(27), 4124-4136.