

## PS32(DR14) 여의도 공원 조성에 따른 바람장 변화 수치실험 A Numerical Experiment of the Wind Field Change related with Youido Park Establishment

부경은 · 오성남 · 전영신  
 기상연구소 용융기상연구실

### 1. 서론

최근 도시계획으로 인해 변화되는 도시기후에 대한 관심이 집중되면서 도시 환경 문제와 관련되어 중요시되는 기상변수중 하나가 바람이라 할 수 있다. 도시 바람장에 대한 연구는 향후 2000년대에는 전 세계 인구의 60%가 5000명 이상이 거주하는 도시에 밀집될 것이라는 예측(Sievers and Zdunkowski, 1986)과 더불어 도시민의 생활 환경 개선에 미치는 영향이 매우 클 것으로 생각된다.

도시 바람장 연구를 위해서는 3차원적인 순환구조에 대한 파악이 필요한데 이는 모델을 이용한 수치모의로서 가능하다. 수치모의에서는 도시의 캐노피(canopy) 특성 반영 여부가 매우 중요한데 이 연구를 위해 독일에서 미세규모 바람장 모의에 사용되는 수치모형(Sievers, 1995)을 이용하여 수 m격자규모의 미세 기상장을 모의하되 토지이용변경에 따른 바람장 변화를 살펴보았다. 실험 대상지역은 여의도로 선정하였는데 이는 여의도 지역이 1996년에 서울시의 환경친화적 도시정책의 일환으로 아스팔트의 광장이 시민 공원으로 조성된 바 있기 때문이었다. 이 넓은 규모( 229,539 m<sup>2</sup> )의 지표 피복 변경이 가져오는 바람장 변화를 조사하였다. 먼저 자동기상관측장치(Automatic Weather Station)를 공원내에 설치하여 이 지역의 바람장 특성을 알아보고, 모델을 사용하여 공원 조성전과 후의 바람장 변화를 수치실험하였으며 이 바람장 변화가 오염물질 확산장에 미치는 영향에 대해서도 살펴보았다. 사용된 수치 모델은 MUKLIMO (Micro-scale Urban Climate model)이며 이에 대한 것은 다음과 같다.

### 2. MUKLIMO 모델

이 모델에서는 비발산, 비압축인 중립 대기를 가정한다. 지상의 온도는 모든 지역에서 동일하게 가정하며 연직 기온감율은 건조 기온감률을 사용한다. 그리고 모델의 연직좌표계는 고도별로 23층이고 모델 하층을 자세히 보기 위해 지상에서 상층으로 갈수록 4 m, 7 m, 10 m, 15 m로 간격을 증가시켰다. 수평 방향으로 1.5 km × 1.0 km의 규모로 격자 간격은 10 m이다. 초기 입력자료로 사용되는 바람자료는 기준고도의 풍향, 풍속이 사용되고 이 값은 AWS 관측값을 이용하였다. 이 모델에서 바람장 모의를 위해 사용되는 운동방정식은 다음과 같다.

$$\rho \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \rho_0 (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} + \nabla \cdot \vec{J} = -\nabla p - \rho \nabla \Phi - 2\rho_0 \vec{\omega} \times \vec{V} \quad (1)$$

$\rho$  는 공기 밀도이고  $\rho_0$ 는  $\rho$ 의 평균 성분,  $\Phi$  는 지오펜셜,  $\vec{\omega}$  는 자전각속도,  $\vec{J}$  는 레이놀즈 텐서(Reynolds tensor),  $p$ 는 기압을 뜻한다.

### 3. 결과 및 고찰

MUKLIMO를 이용하여 서울시가 조성한 여의도 광장의 공원화 사업이 가져온 도시 바람장 변화를 살펴보았다. 먼저 여의도 지역의 자동기상관측장치 자료를 이용하여 주풍계열을 조사하여 이를 초기자료로 사용하였다. 초기자료로 사용된 주풍향은 80 °와 280 °이고 풍속은 평균값 1.6m/s를 표준편차량만큼 변화시켜가면서 실험하였다. 그 결과 중립대기의 바람 구조가 모의되었는데 지표층의 바람장의 특성과 밀도로 인한 바람장의 장애 효과가 잘 반영되는 것을 볼 수 있었다. 그리고 공원조성으로 인해 모델 하층에서는 뚜렷한 풍속의 감속이 일어나는데 이는 풍속과 풍향을 변화시켜도 동일한 양상을 보였

다. 즉 공원내 수목을 고려한 경우 수목이 없을 경우의 풍속이 지상 6 m 고도에서 최대 47%정도까지 감속되는 것이 공통적으로 조사되었다.

풍속의 감속이 일어나는 원인을 보면, 수목이 고려되는 경우 이 모델에서는 모델 방정식 (1)의 우변에 감속항이 첨가되어 바람장을 감속시키고 또한 앞면적 밀도로 인해 감소된 혼합길이가 난류교환계수를 감소시키게 되어 주어진 바람장을 감속시키게 되는 것이다.

그리고 이 풍속의 변화가 오염 물질 확산에 미치는 영향을 살펴보기 위해 여의도 공원 남쪽 도로를 대상으로 가상의 선오염원 실험을 하였다. 그 결과 공원내 수목이 없을 경우 풍하측으로의 오염물질 확산량이 증가하는 것을 볼 수 있었다.

이 연구에서는 건물과 공원 조성등 건축 구조물로 인해 풍속에 미치는 영향을 좀더 고해상도로 자세히 알 수 있었으며 앞으로 다양한 사례 실험을 통하여 미세 규모의 3차원 바람장 순환 구조에 대한 이해를 넓히기 위한 연구가 지속될 것이다.

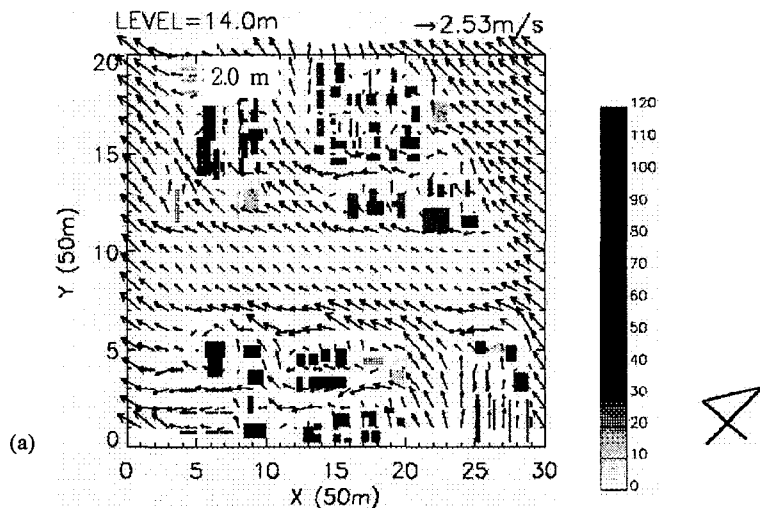


Fig. Simulated horizontal wind velocity at 2 m level above ground in the experiment of initial wind direction 80°. Scale bar represents the building height (m) and the arrow above each panel shows maximum velocity.

### 감 사 의 글

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 중점국가연구개발사업의 하나인 자연재해방재기술개발사업으로 수행된 것입니다.

### 참 고 문 헌

- 기상연구소, 1995: 한반도 중서부 지방의 3차원 바람장 추정 및 오염물질 분포에 관한 연구(II), 기상연구소, MR95A0-06, 149pp.
- 박명연, 이태영, 1990: 서울에서의 겨울철 바람장에 관한 수치적 연구, 한국기상학회지, 26(4), 247-262.
- Sievers, U., and W. G. Zdunkowski, 1986: A microscale urban climate model, Beitr. Phys. Atmosph., Vol. 69, No 1. 13-40.
- Stull, R. B., 1988: An introduction to boundary layer meteorology, Kluwer Academic Publishers, 666pp.