

## 객관 분석에 의한 복잡지형의 대기유동장 수치모의와 모델에 의한 자료질 조절효과

### Numerical Interpolation on the Simulation of Air Flow Field and the Effect of Data Quality Control in Complex Terrain

이 화 운 · 최 현 정\* · 이 강 열

부산대학교 대기과학과

(2004년 10월 27일 접수, 2005년 1월 11일 채택)

Hwa woon Lee, Hyun-Jung Choi and Kang-Yoel Lee

*Department of Atmospheric Science, Pusan National University*

(Received 27 October 2004, accepted 11 January 2005)

#### Abstract

In order to reduce the uncertainties and improve the air flow field, objective analysis using asynoptic observational data is chosen as a method that enhances the reality of meteorology. In surficial data and their numerical interpolation for improving the interpretation of meteorological components, objective analysis scheme should perform a smooth interpolation, detect and remove the bad data and carry out internal consistency analysis. For objective analysis technique which related to data reliability and error suppression, we carried out two quality control methods. In site quality control, asynoptic observational data at urban area revealed low representation by the complex terrain and buildings. In case of wind field, it was more effective than temperature field when it were interpolated near waterbody data. Many roads, buildings, subways, vehicles are bring about artificial heat which left out of consideration on the simulation of air flow field. Therefore, in temperature field, objective analysis for more effective result was obtained when surficial data were interpolated as many as possible using value quality control rather than the selection of representative site.

**Key words** : Objective analysis, Quality control, Interpolation, MM5 Model

## 1. 서 론

### 1.1 연구목적 및 방법

기상장의 정확한 예측은 대기오염 등 대기질 예측에 절대적인 영향을 미치고 있으며, 이러한 기상장을

세밀하게 분석하고 예측하기는 그 필요성만큼이나 어려운 것이 사실이다. 즉, 시·공간적 해상도가 높 다하더라도 기상장을 분석함에 있어 종관장의 영향에 의한 순환계 뿐만 아니라 연안지역의 지형적 특성으로 인한 해륙풍 순환계, 내륙의 복잡한 지형 형태 및 경사 등으로 인한 산곡풍 순환계, 그리고 고지대와 저지대 상공의 수평 기온차에 의한 고저풍 순환계 등 중규모 국지 순환계까지 표출되는 기상장을

\*Corresponding author

Tel : +82-(0)51-583-2651, E-mail : costalian@yahoo.co.kr

분석하기란 매우 힘들다(Yoshicado, 1990; Pielke, 1984; Kondo and Gambo, 1979). 더우기 복잡한 도시 대기환경 모의에 사용된 중규모 기상장 모델은 도시 기후와 같은 작은 규모의 대기운동을 재현하는 경우에는 모수화 방법이나 해상도 등 각각의 모델이 가지고 있는 물리적 한계를 가지고 있다(IPCC, 2000). 이러한 중규모 모델에 대한 논의에서는 경계조건과 대규모운동의 예측능력이 중규모 예보에 통계적으로 중요한 영향을 끼치고 있다는 점이 강조되고 있다. 한편 초기화 방법(intializaton)이나 모수화 방법(parameterization)을 바꾸어도 중규모 예보에 별 영향을 미치지 못한다는 지적과 함께 자료의 객관분석(objective analysis)의 중요성이 대두되고 있다. 객관분석은 기상 센터에서 수치예보를 위한 초기장을 제공하는 수단으로 오랜 기간 여겨져 왔으며 이상적인 객관분석 과정은 가능한 한 모든 정보(관측 그 자체, 기상 모델 그리고 흐름의 알려진 통계적 특성)를 사용할 수 있어야 하며 이러한 다양한 종류의 정보를 모음으로서 불확실성을 포함하는 흐름에 대하여 완전하고 일관되는 표현을 생산해 낼 수 있다. 이러한 배경으로 관측자료를 이용한 객관분석 기법이 국지적 또는 악기상 예측 등에 큰 역할을 할 것으로 기대된다(이미션, 1999; 김용상 등, 1998). 따라서 일정한 기상관측의 부족에 의한 실제성을 가지는, 즉 대기를 지배하는 분리된 물리적 법칙의 형태로 표현하는 모델, 이론을 통하여 객관분석 과정은 대기를 과학적으로 이해할 수 있는 장점을 가지고 있다고 할 수 있다. 또한 객관분석은 가능한 한 보다 정확하게 대기의 진전 상태를 추정하는 것이며 예보 정확도를 최대화하기 위하여 관측 자료가 모델 에러를 수정하기 위하여 이용되어야 한다. 이때 한 지역에 적용될 객관분석 과정을 효과적으로 구축하기 위해서는 관측자료의 적절한 처리기술 개발도 중요하지만, 주어진 관측시스템으로 예측대상의 기상현상을 관측해내는 능력을 검증하는 연구도 필요하다. 더욱이 새로운 관측시스템이 개발 및 추가되는 현실을 고려하면, 미래에 이용 가능한 잠재적 관측 자료가 자료동화 및 수치 예측에 미치는 영향을 평가하고 이들 관측시스템의 유의성을 사전에 제시할 필요가 있다(최준태 등, 2000). 즉, 수치 예보 모델의 초기 조건을 대기의 4차원 상태로 가장 적합하게 표현하여 모델의 예측 결과를 높이기 위한 방법인 객관분석은 현재 대기

상태를 나타내는 관측 자료와 가장 근사하면서도 역학적인 관계를 잘 만족하여 모델에 충격을 주지 않도록 고안하여야 한다. 그러나, 모델에 내삽되어지는 기상관측자료가 모델의 오차를 보정하는 과정 없이는 객관분석 과정 중에 심각한 문제를 야기시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 서울시를 중심으로 복잡한 수도권 지역에 위치하는 기상대 및 자동기상관측소(Automatic Weather Station, AWS) 자료의 내삽을 통하여 모델의 해석능력을 향상시키고자 객관분석(objective analysis)을 실시한다. 또한 AWS 관측자료는 정규 관측자료와 어느 정도의 상관관계는 유지하지만 지역별로 국지 특성이 강하게 부각되었으며 상세한 바람장을 얻기 위해서는 AWS 자료의 이용을 적극 검토할 만하나 자료의 이상치 점검, 지역 대표성 문제 등 해결되어야 할 부분이 적지 않은 문제점이 있을 수 있다(김진영 등, 2000)는 가정 하에 AWS 자료의 지형적 위치에 대한 자료질 조절(quality control)과 관측값의 유효성에 대한 자료질 조절(quality control)을 실시하여, 도시를 포함하는 복잡 지형에 대한 기상장 수치모의에 있어서 자료질 조절 효과가 갖는 영향을 신뢰 있는 방법적인 연구로 진행해 나간다.

## 2. 연구 진행 방향 및 결과

### 2.1 수치모델 및 자료

미국 국립대기과학 연구센터(National Center for Atmospheric Research)와 펜실베이니아 주립대학이 공동 개발한 MM5 모델을 이용하여 기상장을 수치모의 하였다. 본 모형은  $\sigma$ -좌표계로 쓰여진 비정수(Non-hydrostaic) 방정식계를 사용하며, Arakawa B 격자망으로 구성되었다. 공간적으로 2차 중앙차분법을 사용하였으며, 시간 적분 방법은 반암시(semi-implicit scheme) 및 시간 분리 방안(time splitting scheme)을 사용하였다. 또한 기상분석과 관측자료(중관, 비중관)의 4차원 객관분석(FDDA)이 가능하며, 다중격자방법으로 여러 개의 연직적인 단방향, 양방향으로의 동지격자를 사용할 수 있으며, 미시적 물리학에 관련된 여러 가지 방법들을 선택적으로 사용 가능하다. 본 연구에서는 모델의 동지격자 도메인을 이용하여 램베르트 등격자투영법(Lambert-confor-

mal grid projection)을 사용하여 서울시를 포함한 수도권지역 기상장의 수치모의를 실행하였다. 경계층을 묘사하는 물리식으로 Troen-Mahrt의 countergradient항과 잘 혼합된 PBL에서의 K profile에 근거를 두면서 상대적으로 경계층 내에서 강한 혼합을 발생시키는 MRF planetary boundary layer (PBL) parameterization scheme (Hong and Pan, 1996)을 사용하였고, Explicit Moisture Scheme으로 상층의 과냉각수와 눈이 서서히 녹는 효과 등이 가미된 Mixed-Phase (Reisner)를 선택하였다. 이는 모델내의 효과적인 수증기 상호 교환이 가능하도록 하기 위한 것이며, 고해상도의 기상장 수치모의를 하기 위해서, 서울시를 중심으로 하는 수도권 지역의 복잡한 도시 지형 등의 특성을 고려하며, 경계조건 등으로 인한 수치모델링의 계산오차를 줄이기 위해 대규모 영역의 계산부터 시작하여 관심지역(서울시)의 영역까지 계산을 하는 Nesting방법을 도입하였다. 동지격자 모델의 외부경계조건을 생성하기 위해서 two-way interacting nested grid system 방법을 사용하였다. 연직간격은 지형을 따르는 33개의 sigma좌표로 1.00, 0.99, 0.979, 0.968, 0.955, 0.940, 0.923, 0.903, 0.882, 0.858, 0.832, 0.800, 0.768, 0.732, 0.695, 0.658, 0.621, 0.584, 0.547, 0.511, 0.474, 0.437, 0.400, 0.363, 0.326, 0.289, 0.253, 0.216, 0.179, 0.142, 0.105, 0.068, 0.032, 0.000이다. 지표 경계자료로는 3초 지형 고도자료 (Ministry of Environment Digital Elevatio Model, dx = 90 m)를 이용하며, 초기 및 경계자료로는 기상청에서 운영중인 중규모모델 (RDAPS : Regional Data Assimilation and Prediction System)이 생산한 30 km 격자자료를 이용하였다. MM5를 기반으로 하고 있는 한국기상청의 RDAPS는 126°E, 38°N에 중심을 두고 30 km의 격자간격으로 동서방향 191개 남북방향으로 171개의 격자점과 연직방향 33층으로 이루어진 지역모델이다. 계산과정에서는 전구모델 GDAS (Global Data Assimilation System)의 분석장과 측면 경계값을 위한 GDAPS 예보장이 RDAPS 격자점으로 내삽된다. GDAS의 연직 층수는 18개다. 차후 객관분석을 위해 12시간전과 현재 시각의 전구분석자료, 72시간 예보를 위해 예보장은 12시간, 24시간, 36시간, 48시간, 60시간 그리고 72시간의 GDAPS 예보자료를 사용하며 계산후의 자료는 8개의 서로 다른 시각의 자료가 준비된다. 여기에 동서·남북에서 10개의 격자가 추가

로 포함된다. 따라서 전체 자료는 211×191×18의 구조를 가진 배열이다. 변수로는 바람장, 지위고도장(지상기압 포함), 온도장, 상대습도장의 종관변수들이 있다.

MM5에서는 좀 더 세밀하고 실제에 가까운 입력 자료를 생성하기 위해서 관측값에 의한 자료동화를 지원하고 있다. 이 과정은 지상 및 상층 관측자료의 객관분석을 통해 초기장 (the first guess)을 향상시켜 수치모의 시 입력될 분석장을 개선하는 과정이다. 객관분석을 위한 예단 방식식은 flux 형태로 쓰여지며 비정상 상태일 때, 다음과 같다.

$$\frac{\partial^* \alpha}{\partial t} = F(\alpha, x, t) + G_\alpha \cdot W_\alpha(x, t) \cdot \varepsilon(x) \cdot p^* (\hat{\alpha}_0 - \alpha)$$

where,  $p^* = p_s - p_t$

$p_s$  : surface pressure

$p_t$  : a constant pressure of the top

$\alpha$  : the model's dependent variables

$F$  : model's physical forcing terms

$x$  : the independent spatial variables

$t$  : time

$\hat{\alpha}_0$  : the estimate of the observation analyzed to the grid

$\varepsilon$  : the analysis quality factor

$G_\alpha$  : the nudging factor of the relative magnitude of the term

$W = W_{xy} W_\alpha W_t$  : the horizontal, vertical and time weighting function

여기서 물리적 힘 (physical forcing)이란 이유와 코리올리 힘 등을 말하며,  $G_\alpha$ 는 이러한 물리과정과 비교하여 적절한 값을 정의해야 한다.  $G_\alpha$ 는 보통 Coriolis parameter의 크기와 유사하게 정의하고 수치 계산의 안정성을 위해 항상  $1/\Delta t$ 보다 작아야 한다. 일반적으로  $G_\alpha$ 는  $1.0 \times 10^{-4} s^{-1}$ 에서  $1.0 \times 10^{-3} s^{-1}$ 의 값을 쓰며,  $G_\alpha$ 가 너무 크면 관측값이 너무 강하게 내삽되어 모델내에 불균형이 생기며 국지순환의 영향을 손상시킬 수 있으므로 바람직하지 못하다. 반면,  $G_\alpha$ 가 너무 작으면 모델내에 반영시킬 수 없다 (NCAR, 1994). MM5에서는 기온과 바람에 대해 큰 도메인의 경우  $2.5 \times 10^{-4} s^{-1}$ , 그리고 작은 도메인의 경우  $1.0 \times 10^{-4} s^{-1}$ 를 기본값으로 하고 있으며, 본 연구에서는  $1.0 \times 10^{-4} s^{-1}$ 을 사용하였다. 모델링 영역과

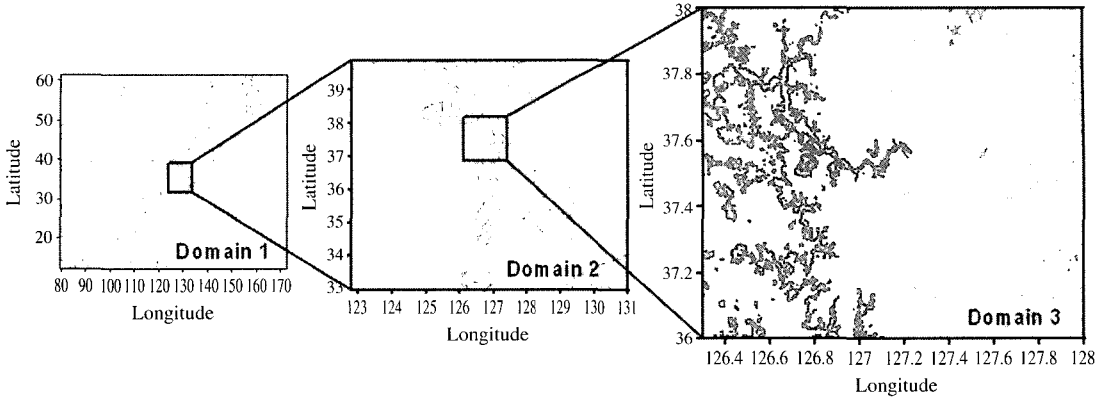


Fig. 1. Topography of nested domains used in this study.

관련된 정보는 아래 그림 1, 표 1과 같다.

## 2.2 관측값 내삽 (Objective analysis)을 통한 기상장 모델링 결과

### 2.2.1 기상 관측자료 내삽

AWS의 지점위치에 따라 도심지역, 산지·내륙지역, 해수·담수 부근 지역으로 나누어 각각 객관분석을 실시하여, 각 모델링 결과와 관측값 간의 상관성을 살펴보고, 내삽되는 각 경우의 AWS 자료의 질을 비교해 본다. 이때, 모델 내에서의 Cressman method에 의한 객관분석의 영향반경 (radius of influence)은 2 km이며, 객관분석된 대상지점을 아래 그림 2에 나타내었다. 먼저, Domain 3에 속하는 28개의 AWS와 기상대 관측값을 각각 해수·담수 부근 지역 (coastal area), 산지·내륙지역 (inland), 도심지역 (urban)으로 나누어 이들을 동시에 모두 내삽한 결과와 각각의 경우를 내삽한 경우와 비교해 RMSE value를 표 2에 나타내었다.

풍속의 경우, 계산 결과가 해수·담수 부근 지역에 속하는 관측값을 내삽한 경우 가장 값이 작게 나타나 내삽효과가 가장 크게 나타나고 있다. 이는 복잡한 도심지역과 산지에 위치하고 있는 관측자료의 경우 거칠기와 land use에 의해 다양하게 변화되고 있는 풍계가 모델 격자내에서 대표성을 갖지 못한 채 오히려 모델과의 오차를 확대하거나 감소하는 경향을 낳은 결과로, 해수·담수 부근지역에서 단순하게 불어 들어오거나 불어나가는 풍계가 모델 내에서 대표성을 띠고 있다는 결과이다. 또한 도심지역에 속하

Table 1. The grid information of horizontal area in Fig.1.

Domain	Number of cross point		Grid size (km)
	x	y	
Domain 1	190	170	30
Domain 2	69	75	10
Domain 3	75	66	3.3

는 관측값만을 내삽한 경우는 모든 관측값을 내삽한 경우를 제외하면 관측값의 모사에 있어 가장 좋지 않은 내삽 그룹으로 나타났다. 따라서 도심지역의 경우 내삽의 효과를 기대하기 위해서는 도심지역의 관측값에 대한 적절한 여과 (filtering)가 반드시 필요함을 나타내었다. 한편 기온의 경우 풍속에서는 가장 그 내삽 효과가 낮았던 모든 경우를 다 내삽한 경우 가장 그 효과가 높은 것으로 나타났다. 풍속의 결과에서는 도심 (21개)과 산지아래 (4개)에 속하면서 대표성을 갖기 부적절한 경우가, 내삽된 총 자료 (28개)의 대부분을 차지하는 가운데 모든 자료를 다 내삽한 경우가 가장 그 효과가 낮게 나타났지만, 기온의 경우 모델 내에서 크게 고려되지 않았던 복잡한 도심의 아스팔트, 건물, 지하철, 도로, 자동차 등에 의해 생기는 열의 영향이 도심에 위치한 AWS에 반영되어 도심의 수평기온장을 모사하는 데에는 가능한 한 기온정보를 가진 많은 자료가 내삽되어질 때 더 유리한 결과를 나타낼 수 있음을 보여준다.

2.2.2 관측값 객관분석 시 내삽된 자동기상관측소의 위치에 대한 자료질 조절  
 객관분석에 쓰이는 자료 중 모델에 내삽되지 않고

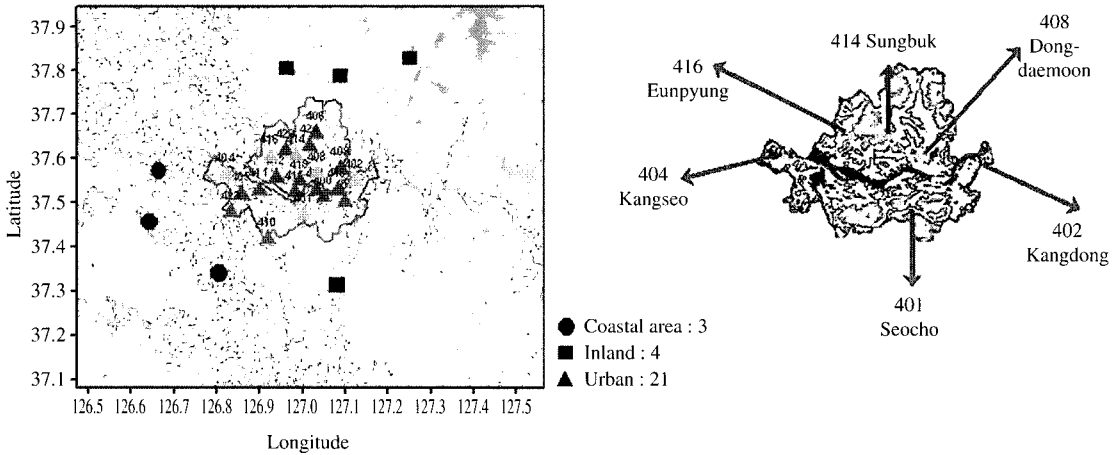


Fig. 2. The location map of observed station for objective analysis.

Table 2. RMSE value for temperature and wind speed in each case of objective analysis.

Factor	RMSE value = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - O_i)^2}{n}}$ (P = prediction, O = observation)			
	All AWS obj. analysis	Urban AWS obj. analysis	Coastal AWS obj. analysis	Inland AWS obj. analysis
Temperature	<b>1.272116</b>	1.621235	2.050667	2.455623
Wind speed	2.797233	2.454852	<b>1.378566</b>	1.707522

여과되어지는 자료에 가장 큰 영향을 미치는 요인을 알아보기 위한 방법적인 연구를 시도하였다. Domain 3중 서울 지역을 포함한 62개 지역의 AWS data (2002/06/05/0000 LST~06/08/0000 LST)를 대상으로 시간 별 풍향에 대해 경계자료로 RDAPS을 입력 하였을 때의 최하층 풍향과 그 시간대의 종관풍과 비교하여 3시간 마다 여과를 실시하였다(그림 3). 그 결과 총 62개 지점 중 18개 지점 (29%)이 종관풍과 모델최하층과의 관계에서 3시간 마다 90° 이상 180° 이하의 풍계차이를 보이며 가장 많은 오차를 보이고 있었으며, 이러한 자료들은 객관분석에 있어서 대기 유동장의 적절한 모사에는 격자의 대표성을 갖기에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 이에 분류된 AWS 지점에 대하여 AWS 지점 정보 중 해발 고도, 해안으로부터 떨어진 거리, 토지이용도에 대하여 분석한 결과를 살펴보았다. 아래 표 3에 나타난 바와 같이 AWS data (2002/06/05/0000 LST~06/08/0000 LST)의 경우 내삽된 지점과 여과된 지점으로 나뉘 본 결과 AWS의 해발 고도는 각각 69.55 m, 43.39 m

로 여과된 지점이 평균 25 m 낮게 나타났고, 수계 (waterbody)로부터의 거리는 각각 24.29 km, 15.18 km로 여과된 지점이 평균 10 km 정도 수계에 가까이 있는 것으로 나타났으며, 토지이용도 (land use type)는 여과된 지점의 40% (7개)가 도심지역에 속하고 있었다. 표 4는 AWS data (2003/06/02/0000 LST~06/09/0000 LST)의 경우로 62개 지점 중 21개 지점 (33%)이 여과되고 있었고, 해발 고도는 각각 79.80 m, 55.89 m로 여과된 지점이 평균 23 m 정도 낮게 나타났고, 해안으로부터의 거리는 각각 27.09 km, 17.88 km로 여과된 지점이 평균 10 km 정도 수계에 가까이 있는 것으로 나타났으며, 토지이용도는 여과된 지점의 29.2%가 도심지역에 속하고 있어 도심의 AWS는 내부에 존재할 가능성이 있는 다수의 주변건물과 지형의 영향으로 모델에 입력되어지는 자료로써는 대표성이 크게 떨어질 가능성을 나타내었다.

2. 2. 3 관측값 객관분석 시 내삽된 자동기상관측자료의 유효성에 대한 자료질 조절  
 객관분석 시 수도권을 중심으로 한 44개 지점의

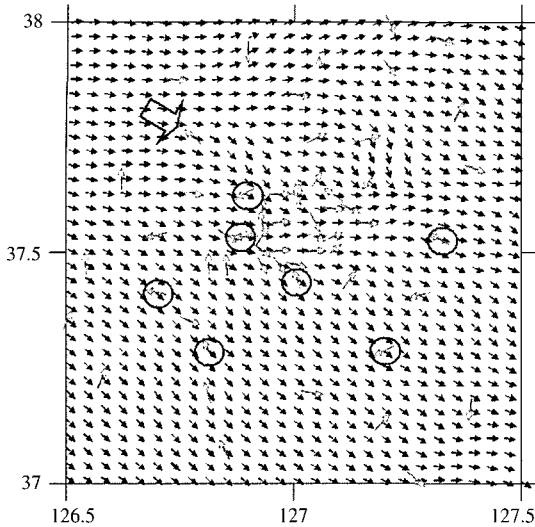


Fig. 3. Comparison analysis method per 3 hourly wind data (ex. 2002/06/06/2100 LST) of synoptic scale ( $\Rightarrow$ ), RDAPS ( $\rightarrow$ ), and AWS data ( $\leftrightarrow$ ). Among the winds of AWS, that of in circles are inconsistent with synoptic scale and RDAPS.

Table 3. The result of AWS filtering for wind direction (Surficial AWS data (2002/06/05/0000 LST ~ 06/08/0000LST)).

AWS site information	Height (m)	Distance from water body (km)	Landuse type
Result			
Interpolation	69.55	24.29	variety
Filtration	43.39	15.18	urban 40%

Table 4. The result of AWS filtering for wind direction (Surficial AWS data (2003/06/02/0000 LST ~ 06/09/0000 LST)).

AWS site information	Height (m)	Distance from water body (km)	Landuse type
Result			
Interpolation	79.80	27.09	variety
Filtration	55.89	17.88	urban 29.2%

풍향과 풍속자료에 대해 AWS 관측값을 대상으로 모델에 내삽되어질 때, 격자를 대표하는 자료의 대표성으로 어느 정도 유효한 값인지를 알아보기 위하여 관측값 자체의 유효성에 대한 자료질 조절 (Quality control)을 실시하였으며, 이는 모델에 지상관측자료

Table 5. The result of quality control for the value of validity (Surficial AWS data (2002/06/05/0000 LST ~ 06/08/0000 LST)).

Date	Time	Wind speed		Wind direction	
		Interpolation	Filtration	Interpolation	Filtration
0606	0900 LST	7	37	3	41
0606	1500 LST	38	6	28	16
0607	0000 LST	10	34	7	37

Table 6. The result of quality control for the value of validity (Surficial AWS data (2003/06/02/0000 LST ~ 06/09/0000 LST)).

Date	Time	Wind speed		Wind direction	
		Interpolation	Filtration	Interpolation	Filtration
0606	0900 LST	11	33	9	35
0606	1500 LST	31	13	19	25
0607	0000 LST	19	25	10	34

Table 7. The result of method for quality control.

Factor	Efficiency of Q.C. method
Temperature	Q.C.2 > Q.C.1 > *WOA (GDAS)
Wind speed	Q.C.1 > Q.C.2 > *WOA (GDAS)

\*WOA (Without Objective Analysis)

가 입력되어지기 전에 그 자료를 포함하는 모델최하층의 격자 내에 최저풍속과 최대풍속에 비교하여 그 하한과 상한에서 벗어나는 자료들을 여과하는 방법으로 진행하였다. 이 결과를 표 5의 AWS data (2002/06/05/0000 LST ~ 06/08/0000 LST) 경우에서 살펴보면, 오전과 새벽 시간대로 갈수록 모델에 내삽되지 못하고 여과되는 자료들이 많아지고 있으며, 일사가 강해지는 오후 시간대로 갈수록 내삽되어지는 자료들이 많아지고 있음을 보여주고 있다. 또한 표 6의 AWS data (2003/06/02/0000 LST ~ 06/09/0000 LST)의 경우에서도 역시 유사한 경향을 나타내고 있었다. 이것은 서울의 경우 분지형태의 지형을 갖고 있어 구역에 따라 바람과 난류구조가 상당한 차이를 보이고 있는 결과로, 새벽과 야간에 복잡한 도심의 지형으로 인한 정체된 풍계가 형성되면서 모델의 역학적 인 관계에 충격을 주어 내삽되지 못하고 여과되고 있는 상태를 나타낸다. 그림 4~5에 자동기상관측소의 위치에 따른 자료질 조절 (Q.C.1)과 자료의 유효

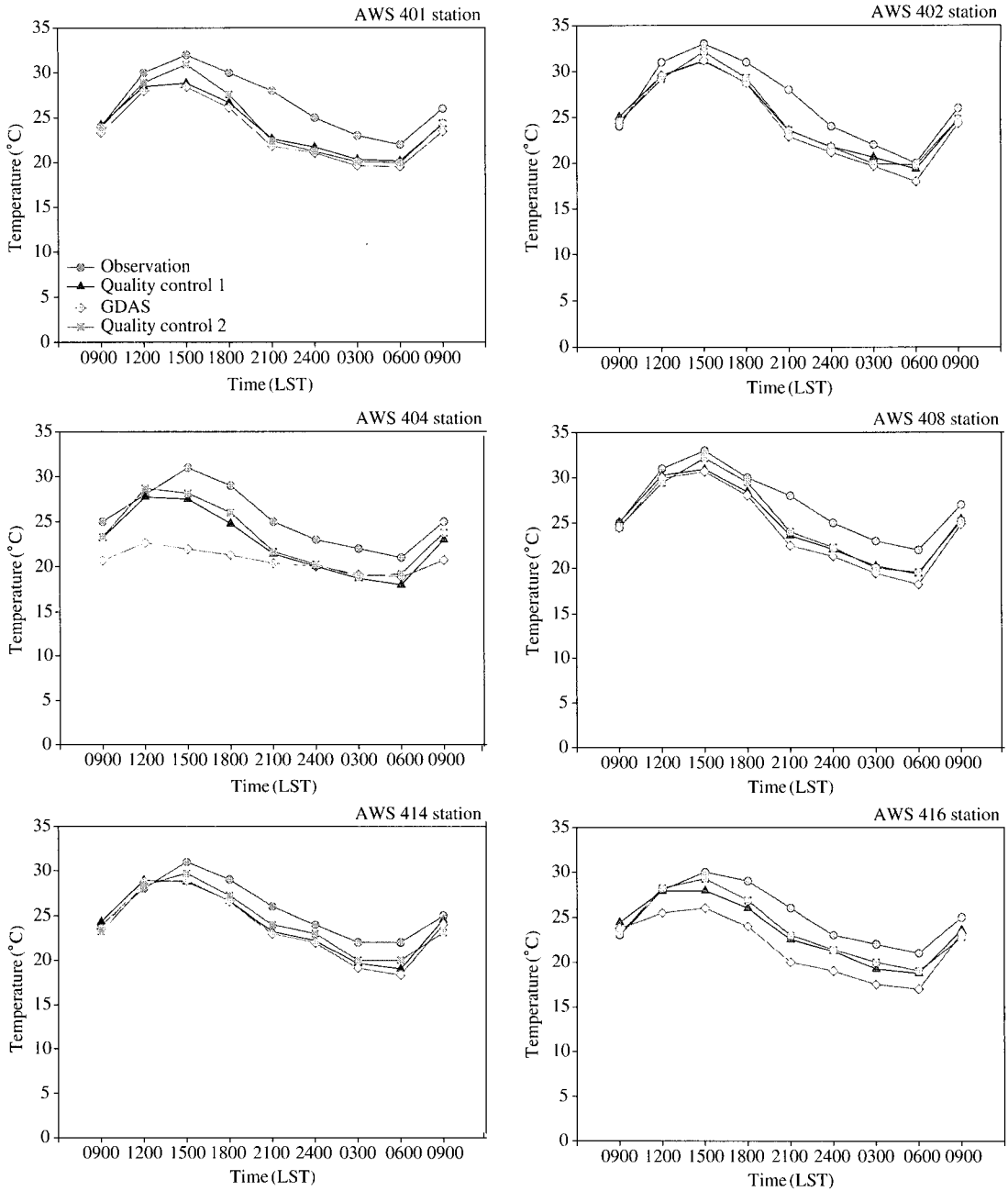


Fig. 4. Diurnal variation of horizontal temperature between model and observation value in each station (Quality control 1: AWS site filtering, Quality control 2: AWS value filtering).

성에 대한 자료질 조절(Q.C.2)에 대한 관측값과의 비교를 나타내었고, 분석결과를 표 7에 나타내었다.

풍속의 경우 복잡한 도심환경의 경우 도시의 구조물과 지형의 분포에 대한 영향으로 AWS가 위치하고

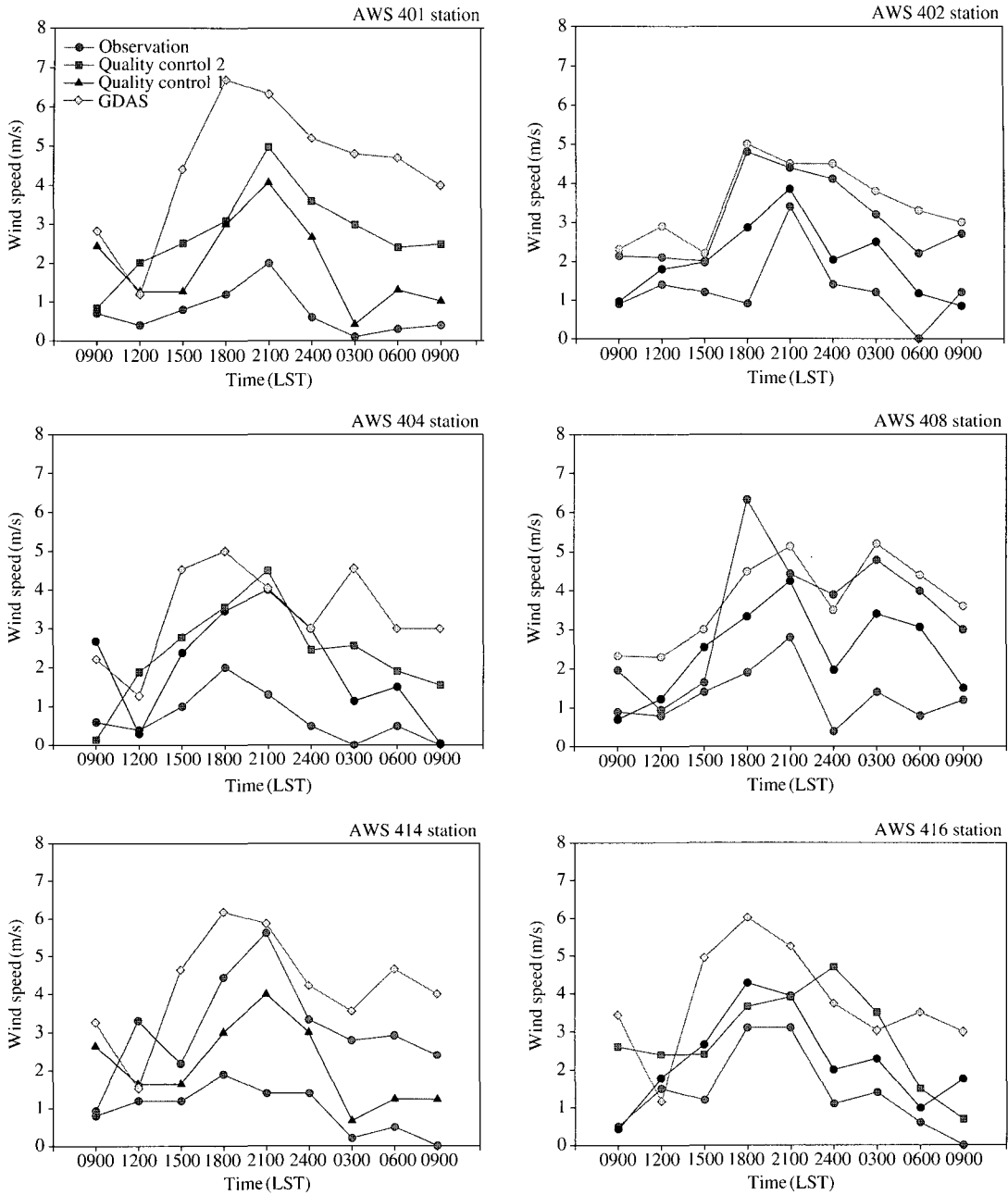


Fig. 5. The same as Fig. 4 except for horizontal wind speed.

있는 지점의 영향이 커짐으로 인해 해수·담수 부근 지역에 속해 비교적 대표성을 갖고 있을 가능성이 큰 관측값을 내삽하는 Q.C.1이 더 효과적으로 모델

의 해석을 향상시킬 수 있음을 보여주고 있다. 이에 반해 기존의 경우에는 관측소의 위치가 주는 영향보다는 자료자체의 유효성에 대한 여과의 효과가 효율



적으로 나타나 Q.C.2의 중요성을 나타내고 있다.

### 3. 요 약

본 연구는 복잡한 도시 대기환경 모의에 사용된 중규모 기상장 모델이 모수화 방법이나 해상도 등과 같은 물리적 한계를 갖는 점에 대해 관측값 객관분석과 그 내삽되는 자료의 조절과정(Quality control)이 대기유동장 수치모의에 미치는 효과의 검증에 대해 설계되었으며, 또한 적절한 자료의 조절방법을 제시하였다. 먼저 기상 관측소의 지점위치에 따른 Quality control 결과에서는 도심 내에 위치한 기상관측자료들은 주변에 다수 존재할 가능성이 큰 건물과 지형이 주는 영향에 의해 대표성이 떨어지는 자료를 생산할 가능성이 있는 것으로 나타났으며, 오히려 해수·담수 부근지역에 위치하여 일관된 바람장과 기온장을 형성하는 자료들이 모델 내에서 자료의 대표성이 특히 기온보다는 풍속에서 나타나고 있다. 모델 내에서 역학적인 관계를 만족시키는 관측값의 유효성에 대한 Quality control 결과 기온이 풍속보다 향상되고 있는 것으로 나타났으며 가능한 한 모델링 도메인 영역에 포함되어 있는 기상 자료들을 많이 내삽하는 것이 더 효과적으로 모델의 해석능력을 향상시키는 것으로 나타났다. 이것은 대표성있는 어떤 지점의 선택보다는 모델 내에서 크게 고려되지 않았던 복잡한 도심의 아스팔트, 건물, 지하철, 도로, 자동차 등에 의해 발생될 가능성이 있는 열에 대한 정보의 반영은 결과적으로 모델의 해석에 유리하게 적용되며, 서울을 비롯한 수도권지역의 AWS에 포함되어 있는 기온자료는 모델 내에서 정제되거나 확장되어

있는 고온역에 대한 모사에 적절하게 사용될 수 있음을 나타낸다.

### 참 고 문 헌

- 김용상, 오재호, 이정은, 김태국(1998) LAPS/ARPS를 이용한 국지 호우 사례의 분석 및 수치모의, 가을철 한국기상학회학술발표회, 서울, 168-171.
- 김진영, 김영성, 정관영(2000) 서울·인천지역 자동기상관측바람 자료의 특성 분석, 한국기상학회지, 36(2), 162.
- 이미선(1999) 위성자료와 약 제약 조건 4DVAR가호우 모의에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 268p.
- 최준태, 이태영(2000) 한반도 관측시스템의 중규모 기상구조 관측 능력-관측시스템 모사 실험을 이용한 연구, 한국기상학회지, 36(6), 619-630.
- Hong, S.Y. and H.L. Pan (1996) Nonlocalboundary layer vertical diffusionin a Medium-Range Forecast model.Mon. Wea. Rev., 124, 2322-2339.
- IPCC 2000 Report (2000) *IPCC WGI ThirdAssessment Report* -export review.Chapter 10, 7.
- Kondo, H. and K. Gambo(1979) The effect ifthe mixing layer on the sea breeze circulation and the diffusion ofpollutants associated with land-sea breezes. J. Meteorol. Soc. Japan, 57(6), 369-575.
- National Center for Atmospheric Research(1994) A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), NCAR/TM-398+STR.
- Pielke, Roger A. (1984) *Mesoscale Meteorological Modeling*. Academic Press Inc., 612.
- Yoshicado, H. (1990) Vertical structure of thesea breeze penetrating through a largeurban complex. J. Appl. Meteor., 29, 878-891.