

MUKLIMO에 의한 산간 접지층의 바람장 모의

신재호^{1*}, 김수옥²

¹경희대학교, ²국가농림기상센터

Performance of MUKLIMO in Simulating Surface Wind Field over a Complex Terrain

Jae-ho Shin^{1*}, and Soo-ock Kim²

¹Agricultural Climatology Lab, College of Life Sciences, Kyung Hee University, Yongin, Korea

²National Center for Agro-Meteorology, Seoul National University, Seoul, Korea.

I. 서 언

농작물 재배에 있어 바람은 작물에 피해를 주는 원인이 될 수 있다. 태풍에 의한 피해가 가장 크지만 작물의 생육시기에 따라 기상청 특보기준 이하의 바람에서도 영향을 받을 수 있다(최 등, 2007). 기상청에서는 5km 격자해상도의 초단기예보(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System)와 동네예보를 제공하고 있으나 산간지역에 자리한 농경지, 과수원이 분포하는 농산촌에는 기상청 특보기준 기상청의 공간해상도보다 세밀한 격자규모의 바람장이 필요하다(Boo *et al.*, 2000). Lee *et al.*(2015)과 최 등(2013)은 상세한 바람장 모의를 위해 MUKLIMO (micro scale urban climate model)를 사용하였는데, MUKLIMO는 미규모 바람장 수치모델로 제한된 영역에 대하여 수목, 건물, 거칠기길이의 효과를 고려하여 수 미터에서 수 십 미터 해상도의 3차원 바람장을 진단적으로 계산할 수 있다(Sievers and Zunkowski, 1986; Sievers, 1995). 본 실험에서는 KLAPS의 풍향 풍속을 입력값으로 하여 산간집수역의 바람장을 다수 모의하고, 실측 바람자료를 토대로 MUKLIMO의 성능을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

경남 하동군의 지리산 남쪽 화개면에는 주로 차나무를 재배하는 산간지역으로, 기상청 AWS ‘화개’가 설치되어 있으며 지상 10m에서 풍향, 풍속이 관측된다. 또한 화개면에 인접한 악양면은 해발고도 편차가 약 1,000m까지 나타나는 산간집수역이면서 동시에 벼, 보리, 녹차, 매실, 감 등을 재배하고 있어, 저지대의 넓은 평탄지인 일명 ‘무덤이들’과 동향사면의 해발 300m 지점에

* Correspondence to : sjhsmsskek87@daum.net

서 2m 높이의 바람을 관측하였다(Fig. 1). 세 지점으로부터 10분 평균 풍향, 풍속을 2014년 한 해 동안 수집하였다. 같은 기간, 기상청 KLAPS의 바람 동서성분인 U와 남북성분인 V 격자자료를 3시간 간격으로 수집하고 기상관측지점이 포함된 격자값을 추출, 풍향·풍속값으로 변환하였다.

MUKLIMO 구동 영역은 KLAPS의 5km 격자 경계부로부터 각각 2.5km 확장한 가로×세로 10km 영역으로 설정하였다. 해당 지역의 지형정보는 270m 격자해상도의 DEM (Digital elevation Model)을 이용하였으며, KLAPS의 풍향, 풍속을 입력자료로 하여 2014년 1월 1일부터 12월 31일까지 3시간 간격으로 가로 세로 각각 39개씩 총 1,521개의 격자로 된 바람장 모의 결과물을 얻었다.

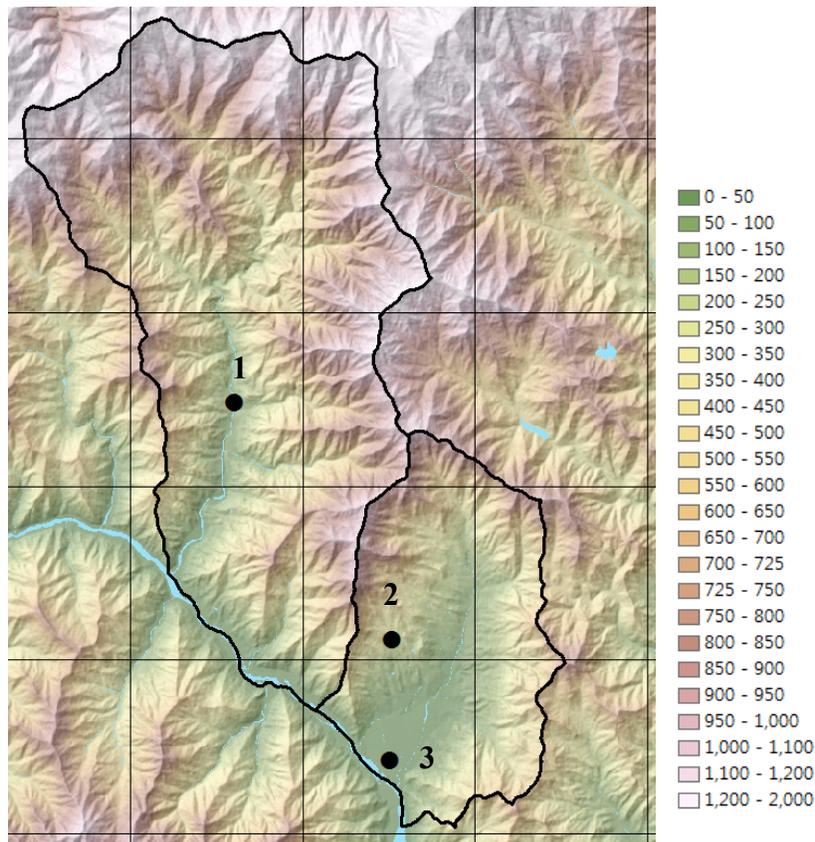


Fig. 1. 화개면에 설치된 기상청 AWS 화개지점(1번)과 악양면 동향 사면(2번)과 평탄지 무덤이들(3번)에 설치된 기상관측지점 위치. 배경은 DEM을, 중첩된 격자는 5km의 KLAPS 격자를 의미함.

모의된 바람장으로부터 관측지점에 해당하는 풍향, 풍속 격자값을 추출하고, 이를 실측값과 비교하였다. 기상청 AWS 화개지점의 바람은 지상 10m 관측값이기 때문에 KLAPS로부터 산출된 바람장과 바로 비교가 가능하나, 악양면의 2m 풍속은 power law를 이용하여 10m 풍속으로

변환하는 등의 재처리가 필요하다. 이 연구에서는 높이 2m 두 지점의 10m 풍속을 추정하는 대신, 두 지점 간 풍속 차이를 구하고, 같은 위치의 모의된 풍속 격자값 간의 차이를 구하여, 실제 풍속이 강했던 지역과 상대적으로 약했던 지역을 MUKLIMO에서도 동일한 경향으로 모의하였는지 상대적인 비교를 수행하였다. 풍향의 경우 2m와 10m 모두 동일하다고 간주하고, 방위를 4개 구획으로 구분하여 실제 풍향과 추정된 풍향이 같은 범주에 해당하는지를 확인하였다.

III. 결 과

Table 1은 기상청 AWS 화개의 실제 풍속과 해당 지점에 대해 모의된 풍속을 비교한 결과로, 결측값을 제외한 2014년 2,167개 추정값의 평균 RMSE는 0.85m/s, ME는 -0.52m/s, MAE 0.55m/s로 나타나, 2014년 화개지점의 평균적인 관측 풍속이 0.99 m/s 였던 것을 감안하면 추정오차가 적지 않은 수준이다. 전 시간대에서 전반적으로 ME가 -값을 나타내어 실제값에 비해 과소추정된 결과를 보였다.

Table 1. 기상청 AWS 화개지점의 실제풍속과 MUKLIMO로 추정된 풍속 간 추정오차를 RMSE와 ME, MAE로 나타냄

	Time								Average
	00	03	06	09	12	15	18	21	
RMSE	0.48	0.57	0.58	0.54	1.34	1.35	0.69	0.54	0.85
ME	-0.23	-0.30	-0.29	-0.29	-1.11	-1.13	-0.42	-0.26	-0.52
MAE	0.27	0.33	0.32	0.34	1.12	1.13	0.45	0.31	0.55

악양면의 동향사면과 평탄지인 무덤이들 중 한 쪽의 풍속이 실제로 더 강했을 때, MUKLIMO로 모의된 바람장에서도 같은 경향을 보인 경우를 True, 그렇지 않은 경우를 False로 지정하여 계수한 결과를 Table 2에 백분율로 나타내었다. 2014년의 평균적인 True 비율은 55.6%로, 절반을 약간 넘는 수준이었고, 3시간 간격의 하루 8회 시간대별로 풍속을 비교하였을 경우에도 True 비율은 52.7~58.8% 사이로 큰 변화가 없었다.

Table 2. 악양면 동향사면과 평탄지 간의 풍속 구배를 비교하여 추정치와 실제치가 같은 경향을 나타내었을 때 True로, 그렇지 않을 경우 False로 나타냄

	Time								Average
	00	03	06	09	12	15	18	21	
True	57.0%	54.8%	52.7%	55.8%	58.8%	56.1%	56.4%	53.5%	55.6%
False	43.0%	45.2%	47.3%	44.2%	41.2%	43.9%	43.6%	46.5%	44.4%

Table 3은 2014년 동안 월별로 동향사면과 평탄지 간 풍속 구배에서 True와 False 비율을 비교한 것으로, 1월부터 3월, 8월과 12월에서 True인 비율이 58.6~66.1%로 상대적으로 높았다.

Table 3. 악양면 동향사면과 평탄지 간의 풍속 구배 모의 성공률(True) 결과를 월별로 나타냄

	Month					
	01	02	03	04	05	06
True	62.1%	58.6%	60.4%	57.5%	52.2%	53.2%
False	37.9%	41.4%	39.6%	42.5%	47.8%	46.8%
	07	08	09	10	11	12
True	42.2%	60.6%	54.1%	44.9%	54.3%	66.1%
False	57.8%	39.4%	45.9%	55.1%	45.7%	33.9%

Table 4는 악양면 동향사면과 평탄지 각각의 풍향을 동서남북 4개의 방위로 구분하여 실측값과 동일한 범주로 풍향이 추정된 경우를 백분율로 나타낸 결과이다. 풍향의 모의 성공률은 사면의 경우 평균 29.5%, 평탄지의 경우 평균 17%로 낮게 나타났다. 동향사면에서는 남풍계열의 모의 성공률이 62.3%로 가장 높았는데, 악양 산간집수역의 출구인 남쪽 무덤이들 바깥쪽에서 바람이 불어 들어오는 상황을 의미한다. 반면, 집수역의 저지대 평탄지는 전반적으로 풍향모의 성공률이 낮아, 집수역 안쪽의 풍향을 실제와 같이 모의하기가 어려운 것으로 나타났다.

Table 4. 4개 방위별로 사면과 평탄지의 풍향 실측치와 추정치 간 모의 성공률

	Wind direction				Average
	N	E	S	W	
Slope	30.5%	11.8%	62.3%	5.4%	29.5%
plain	25.8%	25.1%	12.4%	0.9%	17.0%

2014년 한 해 동안 3시간 간격의 KLAPS 풍향, 풍속값을 이용하여, 가로세로 5km 격자 영역을 270m로 상세화한 결과, 실제와 가깝게 바람장을 모의하기 위해서 모의 방법의 개선이 필요할 것으로 보인다. 최 등(2013)은 MUKLIMO로 산악지역 바람장 모의에 대한 민감도 실험 결과, 수목 정보의 영향을 크게 받는 것으로 보고하였는데, 본 실험에서 수목 자료를 반영하지 않은 것이 결과에 영향을 주었을 수 있다. 또한 MUKLIMO의 구동 영역을 현재와 같이 KLAPS 5km 격자를 중심으로 한정된 것과, 집수역 전체를 아울러 설정하였을 경우에 대한 바람장 모의 결과의 비교가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010007)에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

- Boo, K. O., Y. S. Chun, S. N. Oh, 2000: A numerical experiment of the wind field in Youido region. *Journal of the Korean Meteorological Society*. **36**(3) 327-336
- Lee, S. J., Y. H. Choi, J. H. Jung, M. S. Won, and G. H. Lim, 2015: Development of optimal modeling system for analyzing mountain micrometeorology. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **17**(2) 165-172
- Sievers, U., and W. G. Zdunkowski, 1986: A microscale urban climate model. *Beitr ge zur Physik der Atmosphäre*, **69**(1), 13-40.
- Sievers, U., 1995: Verallgemeinerung der stromfunktion-smethode. *Meteorologisch Zeitschrift NF* **4**, 3-15
- 최동근, 유기표, 김형국, 2007: 바람세기가 착과와 잎에 미치는 영향. 한국원예학회 한국생물환경조절학회 추계 임시총회 및 공동학술발표회 자료집, 78p
- 최용한, 임규호, 김경하, 원명수, 2013: 산악 지역 고해상도 바람장 모의를 위한 예측 시스템 개발. 2013년도 한국기상학회 가을 학술대회 논문집, 626-627.