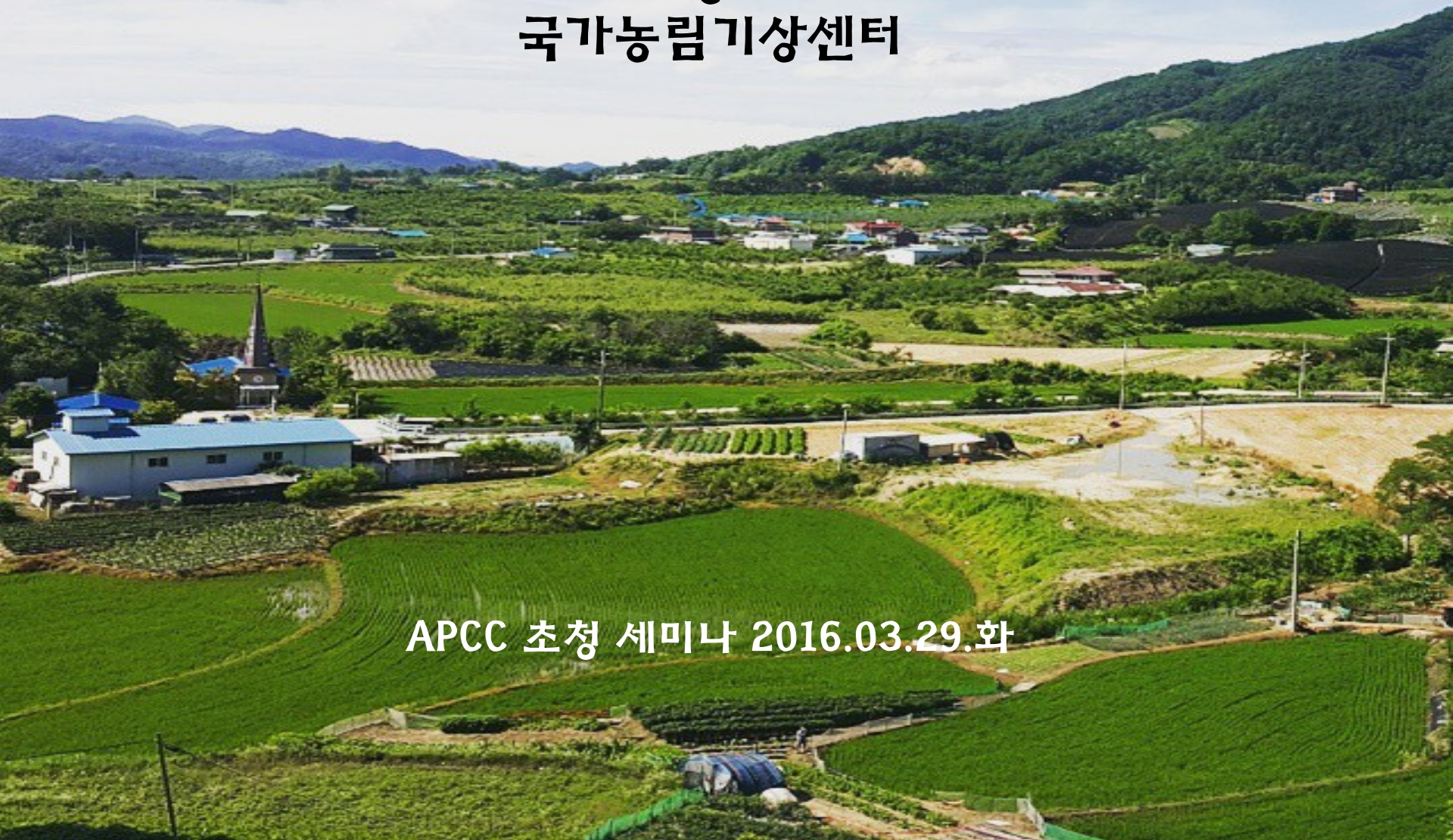
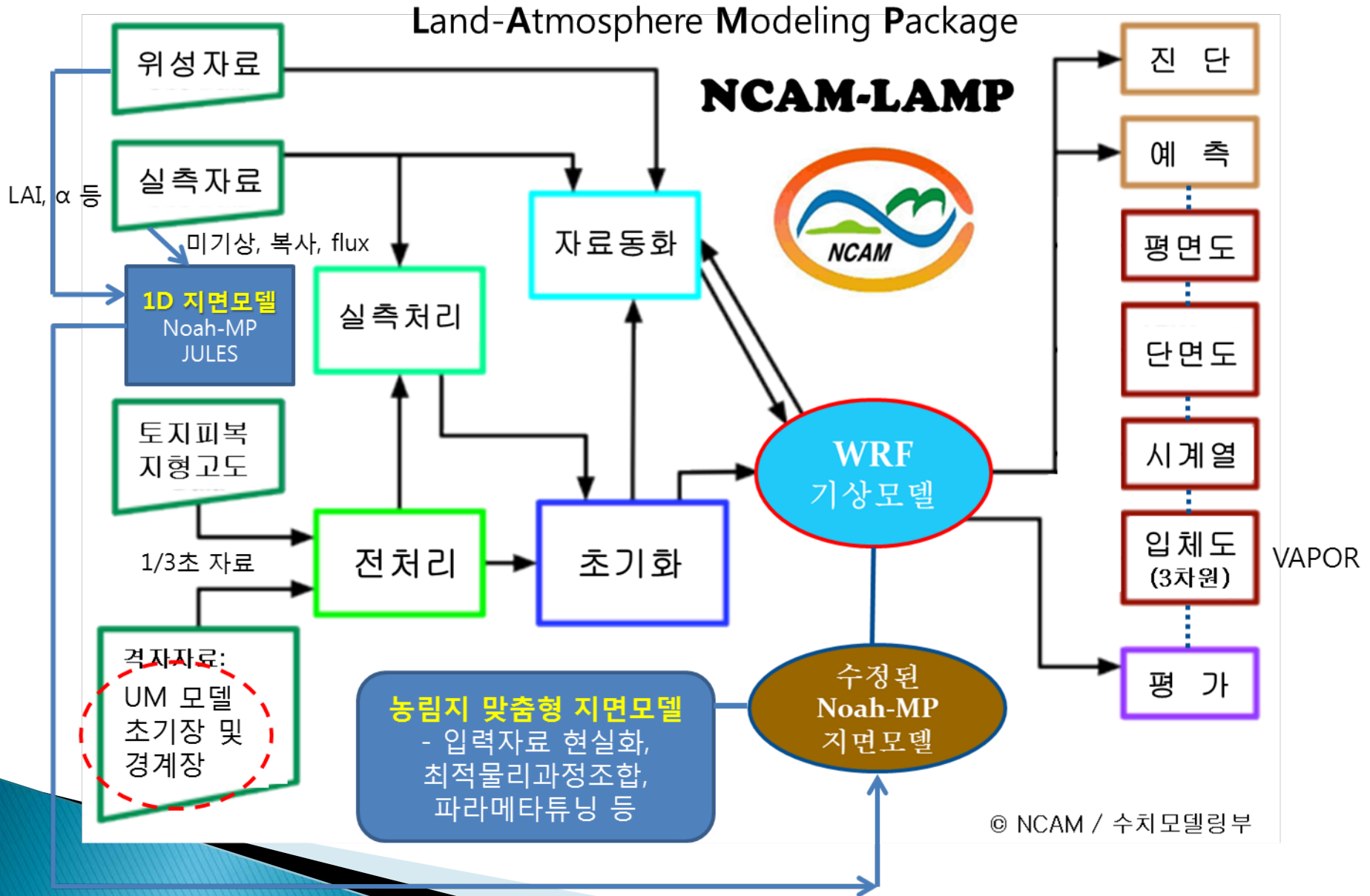


고해상도 기상모형의 농업분야 활용

이 승 재
국가농림기상센터

APCC 초청 세미나 2016.03.29.화





“현상의 이해”

산림지 고해상도 WRF 수치모델링

인용문헌:

이승재, 김 준, 강민석, 빈드 말러 타쿠리, 2014:
광릉 KoFlux 관측지 계곡에서의 국지순환 수치모의.
한국농림기상학회지, 16(3), 246-260.



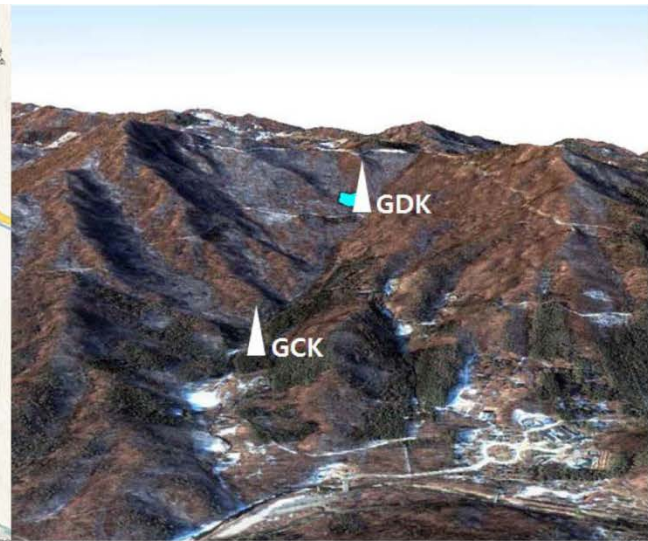
KoFlux GDK 사이트 (광릉 국립수목원 내)



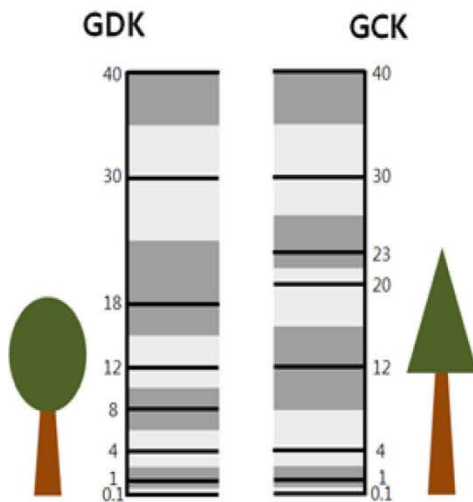
관측지



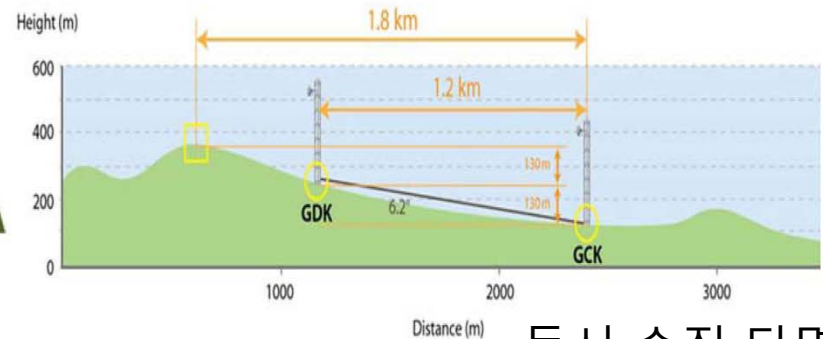
(a) 평면도



(b) 측면도



(c)



동서 수직 단면도

(d)

GDK: Gwangneung Deciduous Forest in Korea
 GCK: Gwangneung Coniferous Forest in Korea

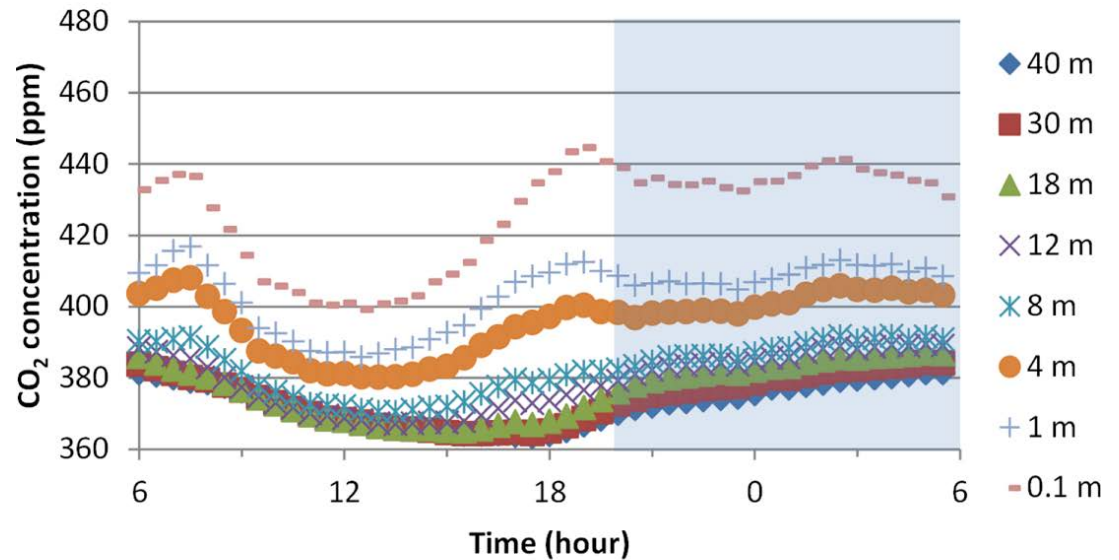
이슈

Mean diurnal variation of CO₂ concentrations for (a) the GDK (the upper site) and (b) GCK (the lower site) during growing season (June, July, August, and September).

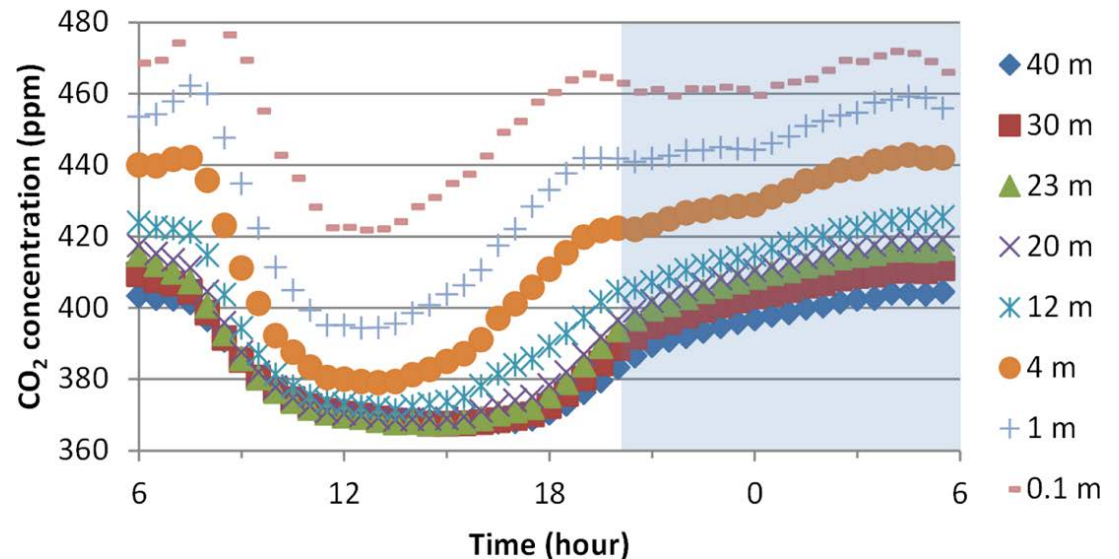
Shaded area represents the nighttime, while unshaded area represents the daytime.

(from B. M. Thakuri, 2014)

(a) CO₂ concentration at GDK



(b) CO₂ concentration at GCK



Drainage flow issue

개요

- ▶ 산림 생태계의 에너지와 물질의 순환을 올바르게 이해하기 위해서는 넓은 면적을 대표하는 타워 기반의 직접적인 플럭스 및 미기상학적 관측과 더불어 주변 환경의 국지 대기 순환에 대한 정확한 이해가 필요
- ▶ GDK와 GCK에서 관측된 바람 자료는 실측이지만 단일 지점(single-point) 자료이기 때문에, 이러한 배수류 또는 그와 유사한 국지 순환이 광릉 산림 생태계에 실제로 존재하는지, 또한 그러한 순환의 수평적인 범위와 연직적인 깊이가 어느 정도 규모인지, 그리고 다른 규모의 바람계와 어떻게 연결되어 상호작용하는지를 파악하는 데에는 기본적으로 한계

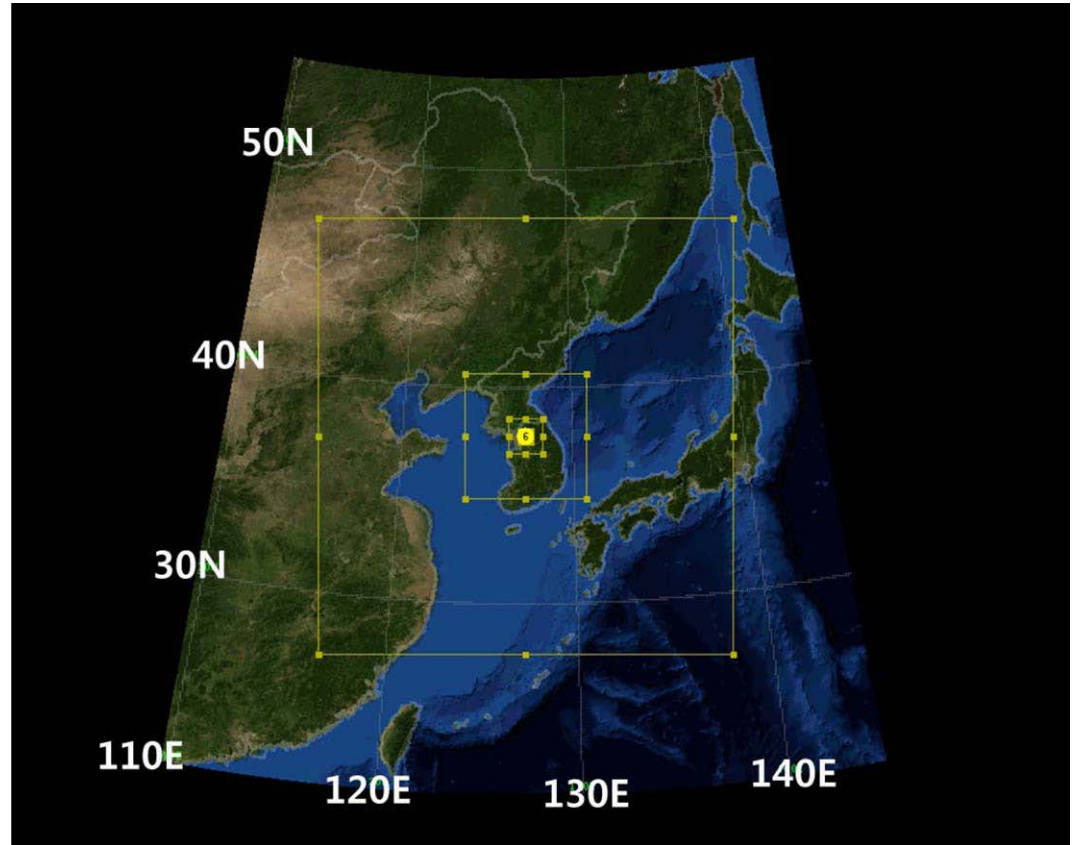
목표

- ▶ 따라서, 본 연구에서는 타워 관측으로부터 그 존재가능성이 제기된 배수류의 존재 유무를 비교적 간단한 고해상도의 국지 수치모의 수행을 통해 확인하고자 함.
- ▶ 또한 배수류 뿐만 아니라, 광릉 산림생태계 지역에 존재할만한 여러 국지순환계들의 시공간적 규모, 강도 및 변동을 사례 분석을 통해 살펴보고자 함.

자료 및 방법

Domain configuration of the WRF model used in this study.

Mother and five nested domains have horizontal resolutions of 21870 m, 7290 m, 2430 m, 810 m, 270 m, and 90 m, respectively.

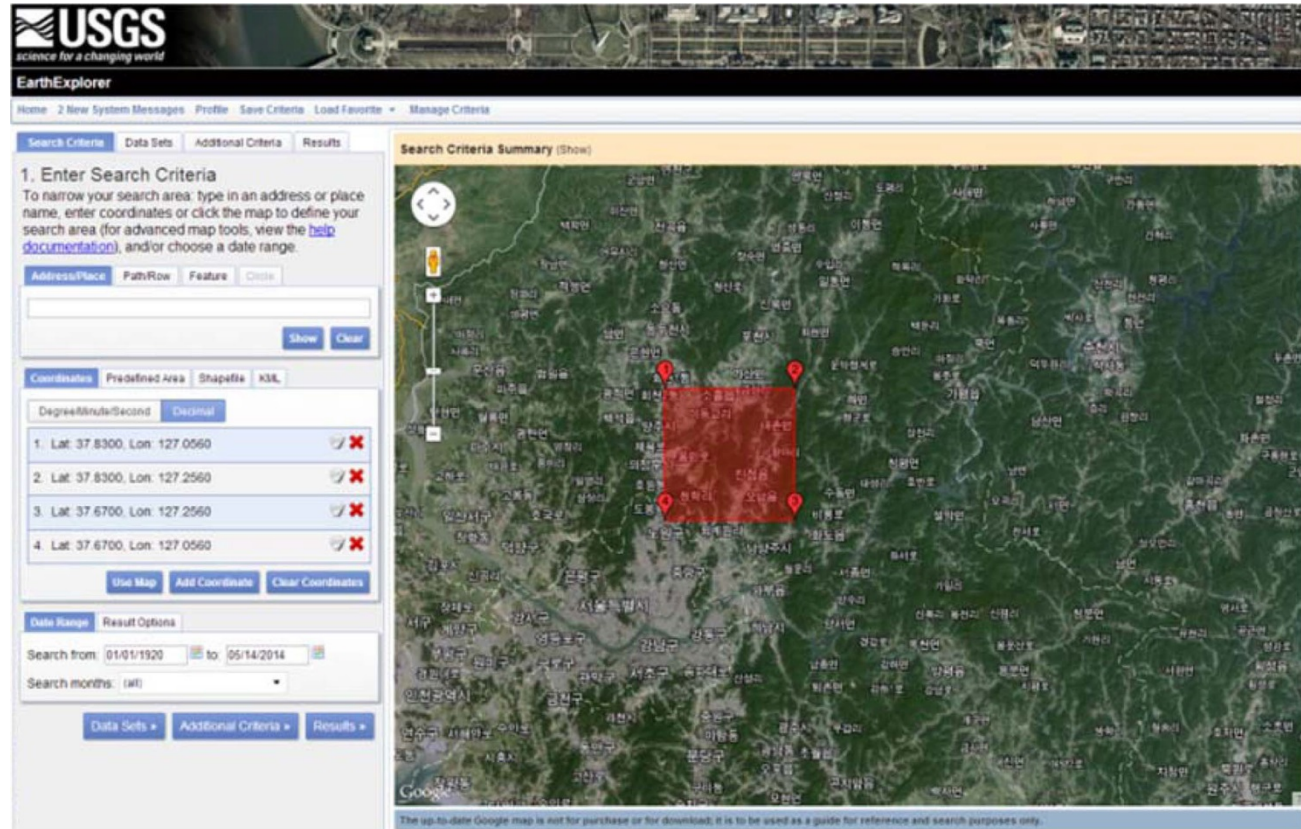


- ▶ 연직 층수: 38층(지표면 ~ 10hPa)
- ▶ 수치적분 간격: 어미격자에 대해서 60초
- ▶ 측면 및 상단 경계 처리: 유입유출의존 완화법 및 복사법
- ▶ 물리과정: Dudhia 단파복사, RRTM 장파복사, WRF 단일모멘트 6-class 미세물리, New Kain-Fritsch 적운모수화, YSU 경계층, Monin-Obukhov-Janjic 접지층, Noah 지면모형
- ▶ 어미격자를 제외한 모든 등지격자 영역에서 적운 모수화 과정을 사용하지 않고 구름과정을 명시적으로 처리

자료 및 방법

USGS-SRTM

(Shuttle Radar
Topography Mission)

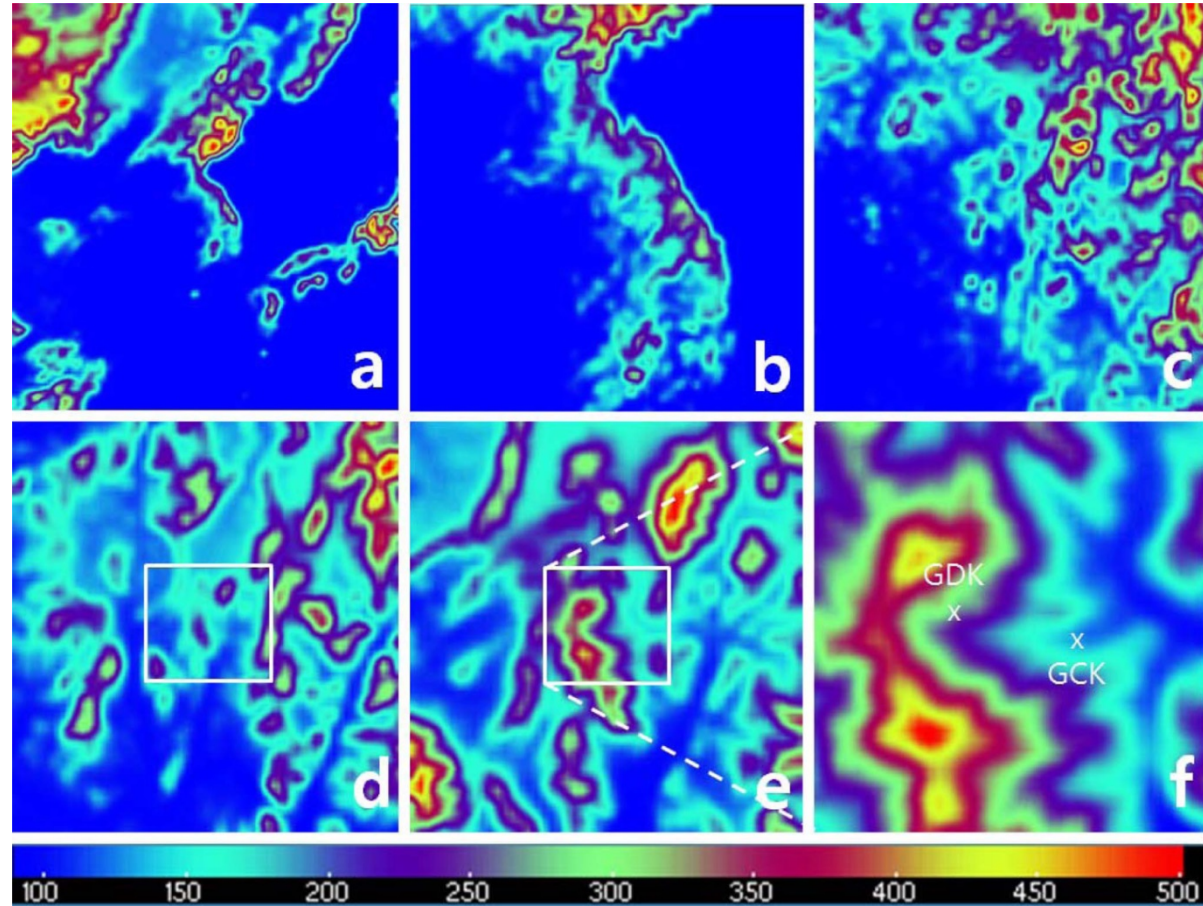


The selection of terrain data area on the map
(<http://earthexplorer.usgs.gov>).

자료 및 방법

Model domain and topography.

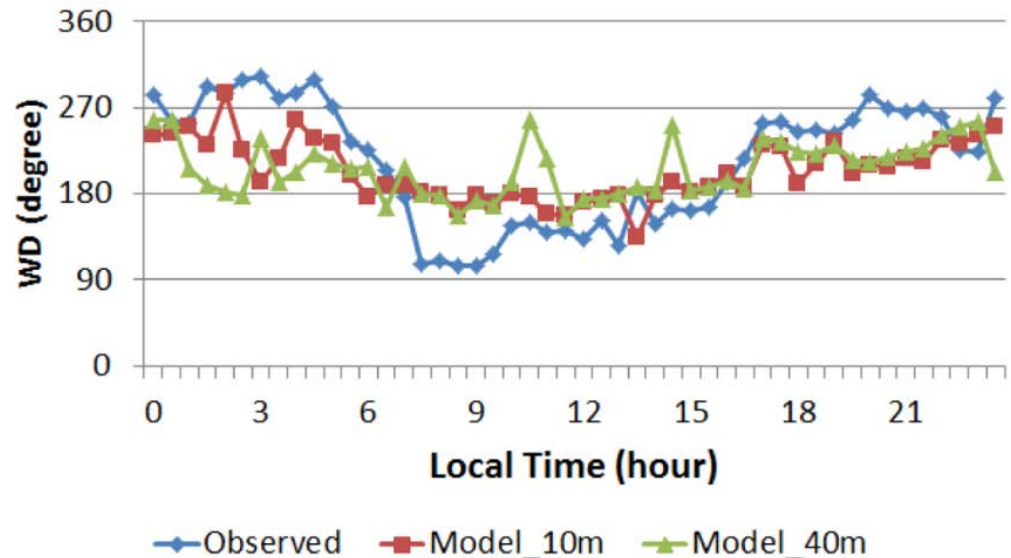
The contour intervals for topography (km) in the most inner domain (f) are indicated at the bottom.



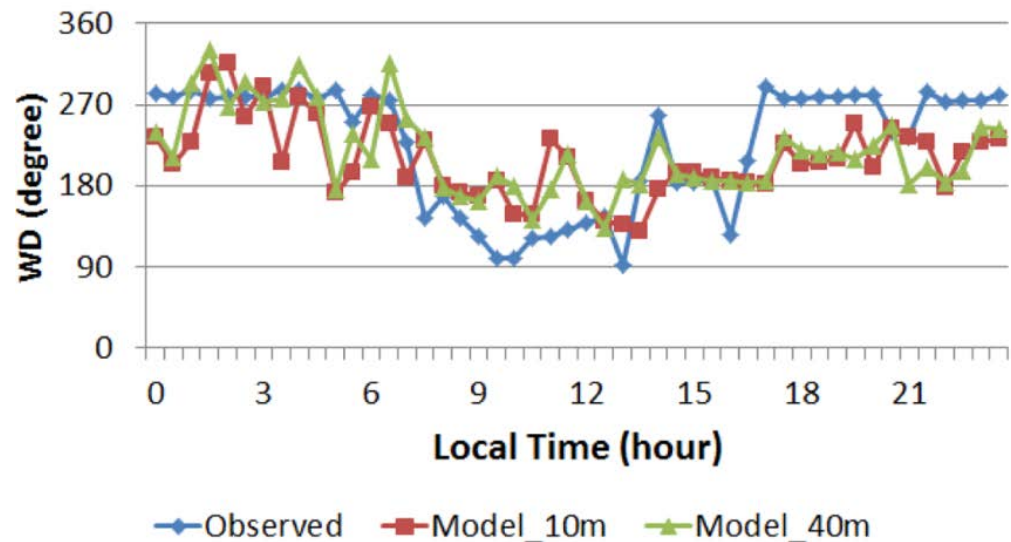
모형 평가

- ▶ 2008. 8. 24-30
평균바람 및 기온
- ▶ 관측된 풍향을
전반적으로 잘 표현
- ▶ GDK에 비해
GCK는 서풍이
더 두드러진 빈도

(a) Wind Direction at GDK



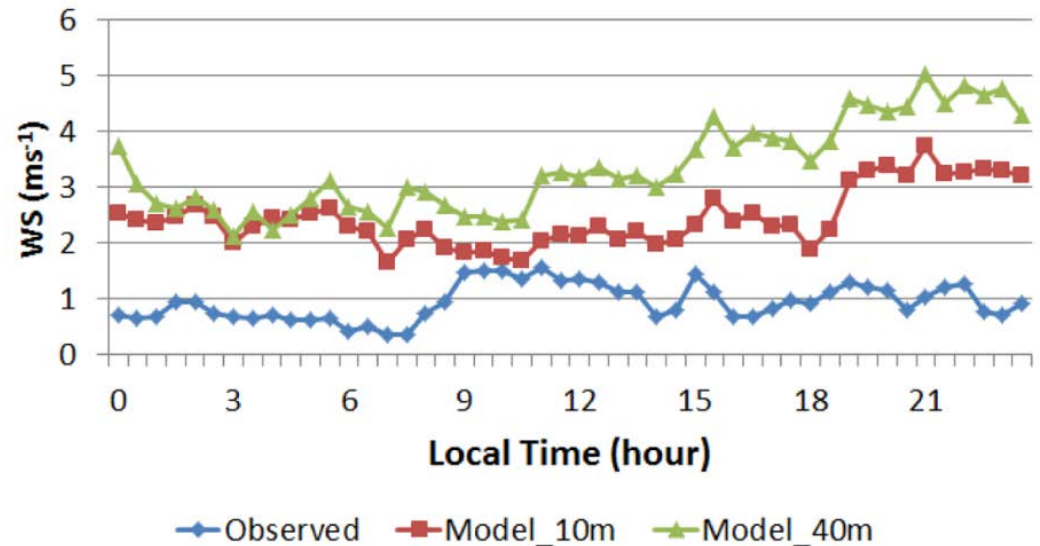
(c) Wind Direction at GCK



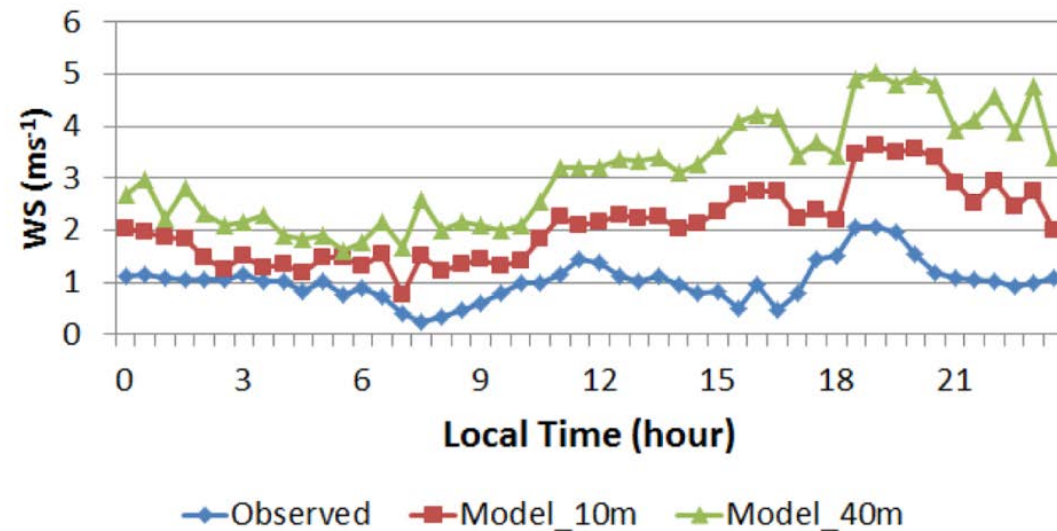
모형 평가

- ▶ 관측된 풍속에 비해 과대 모의
- ▶ 지형의 경사와 식생 군락 상단의 경사의 차이에서 어느 정도 기인

(b) Wind Speed at GDK



(d) Wind Speed at GCK



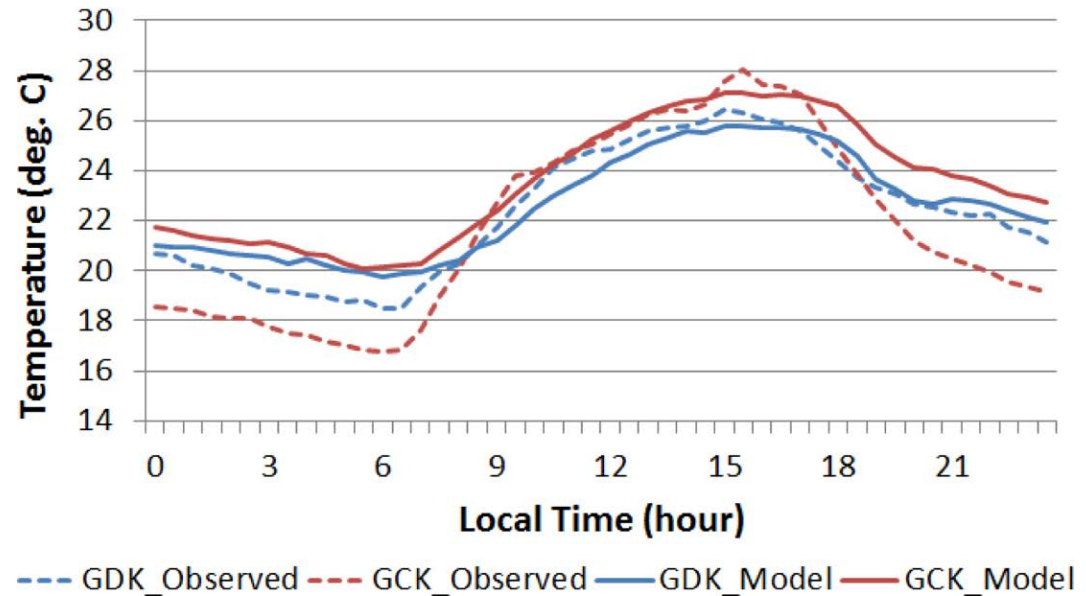
모형 평가

- ▶ 새벽 최저기온과 낮 최고기온 시점을 포함한 전반적인 패턴을 잘 모사함.

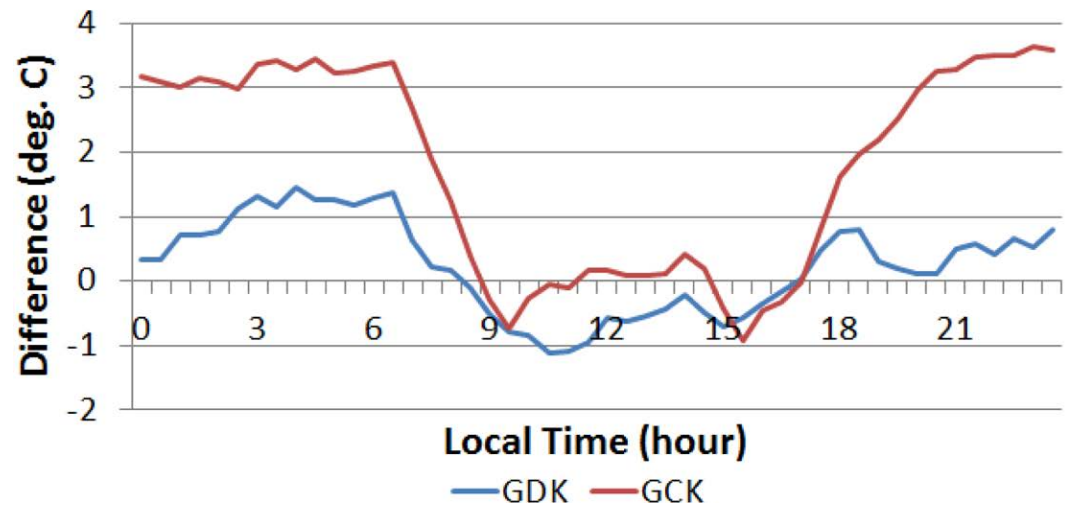
$r^2=0.95$ (GDK)
 0.90 (GCK)

- ▶ 야간 온난 편차; 주간 모의는 우수

(a) 40-m Temperature



(b) 40-m Temperature Difference (Model - Observed)



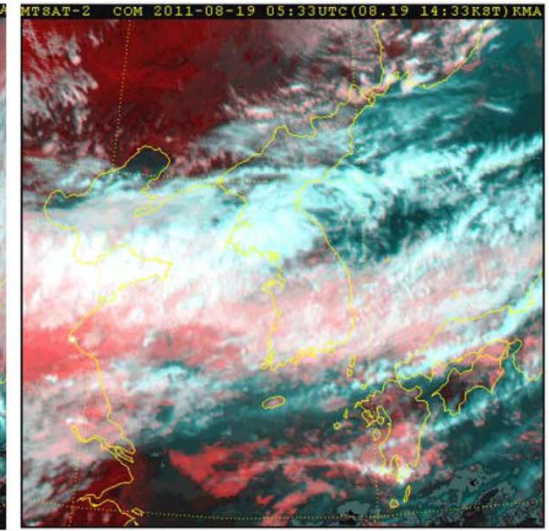
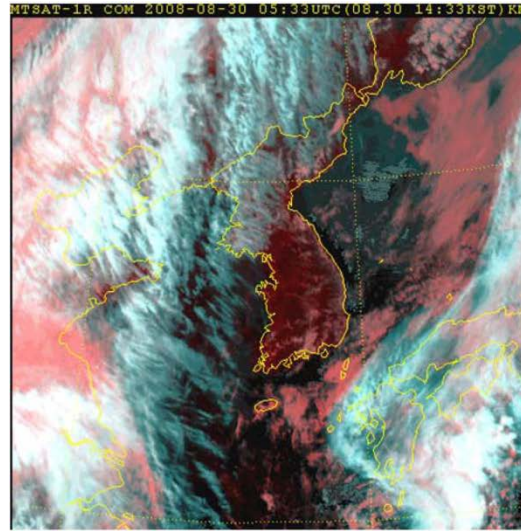
사례

Case I

Case II

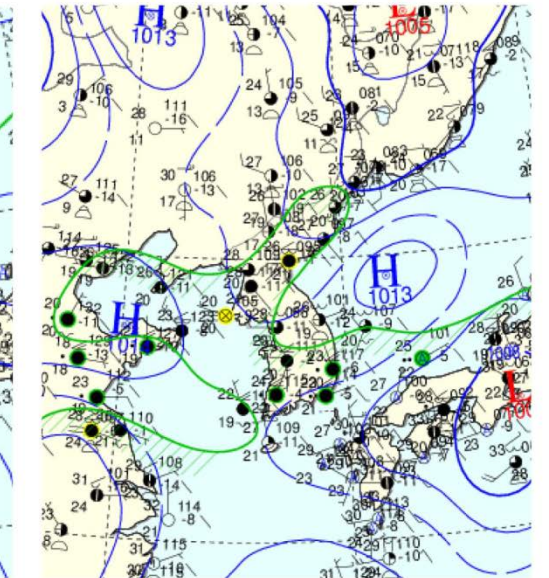
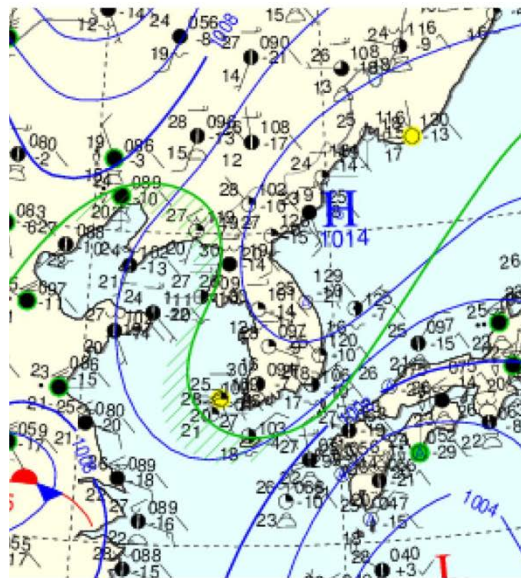
Case I: 2008. 8. 30
(맑은 날)

Case II: 2011. 8. 19
(흐린 날)



(a)

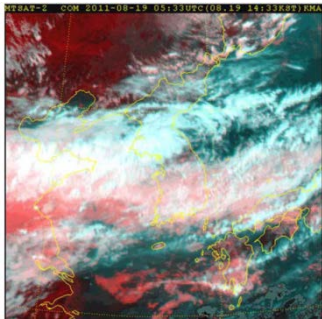
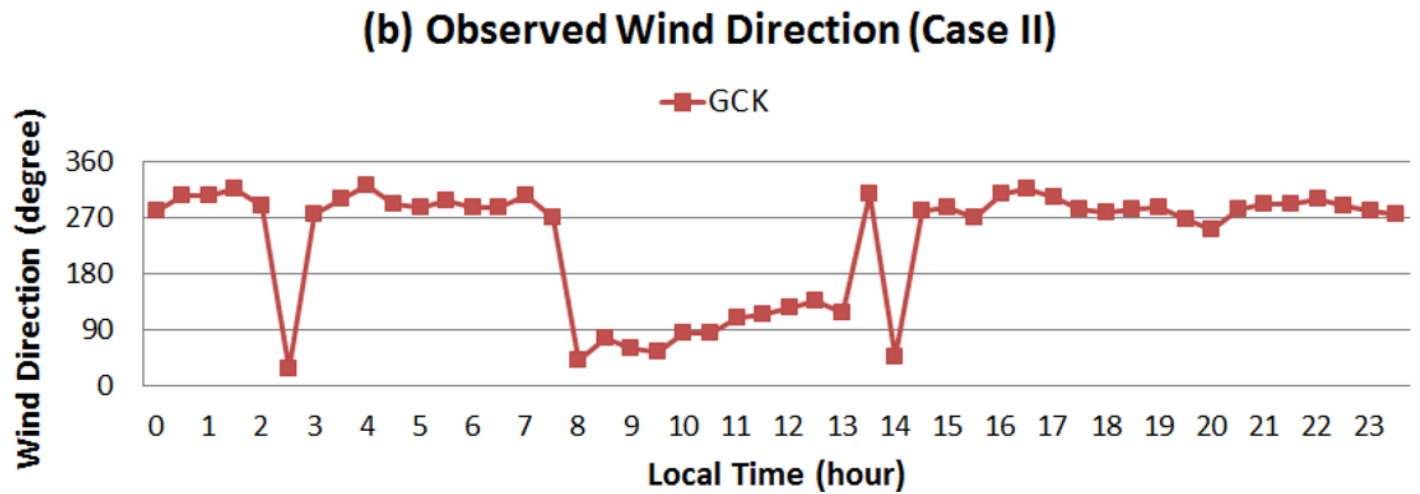
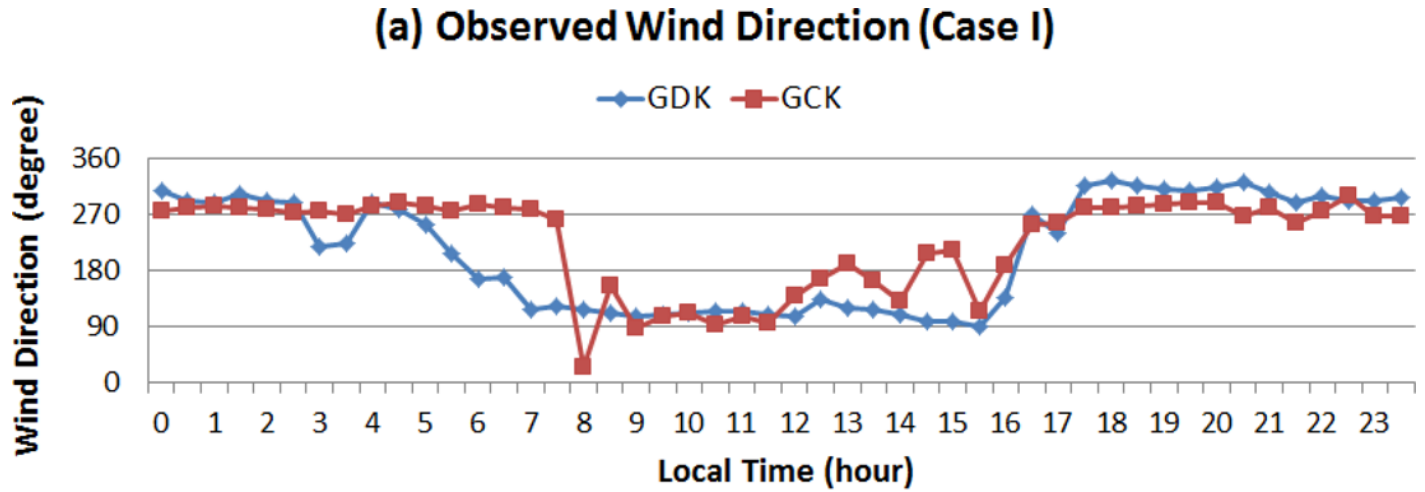
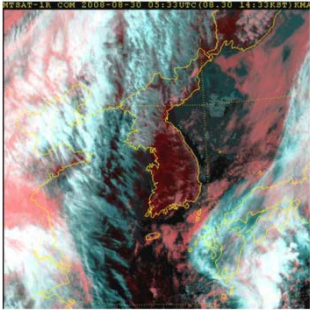
(b)



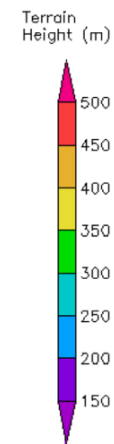
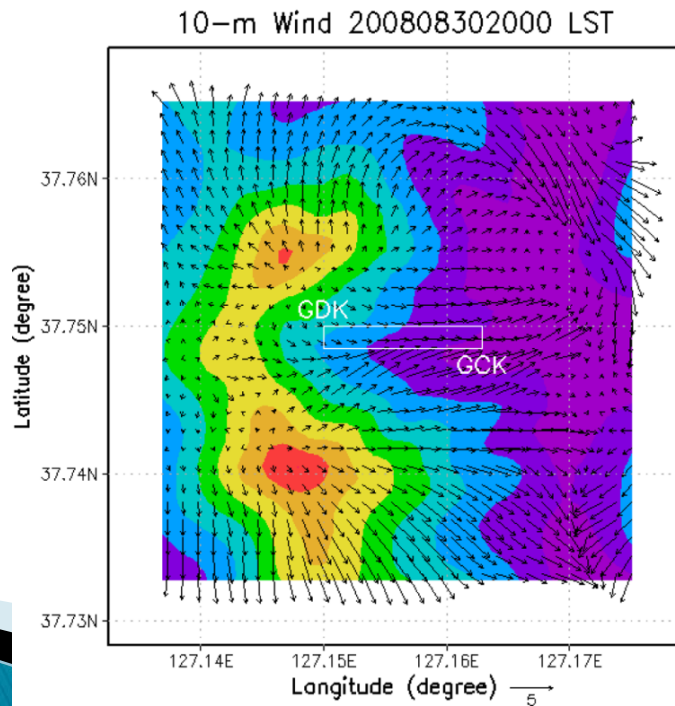
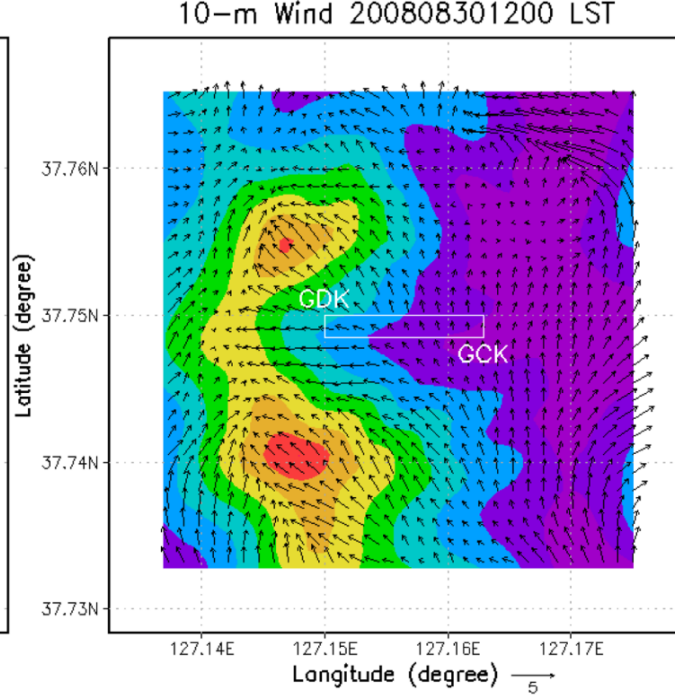
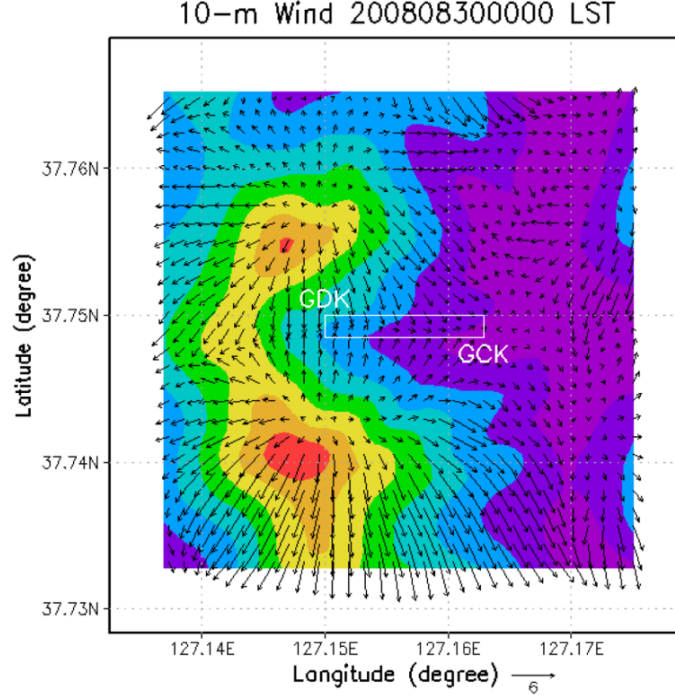
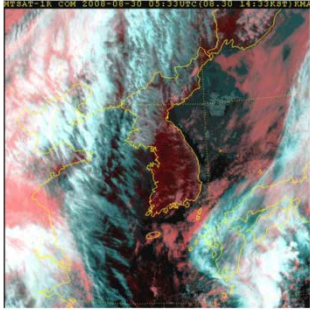
(c)

(d)

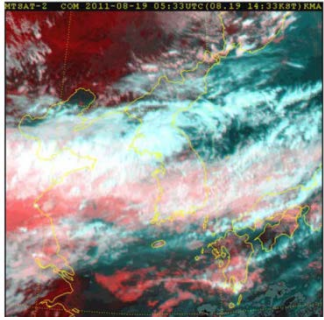
사례



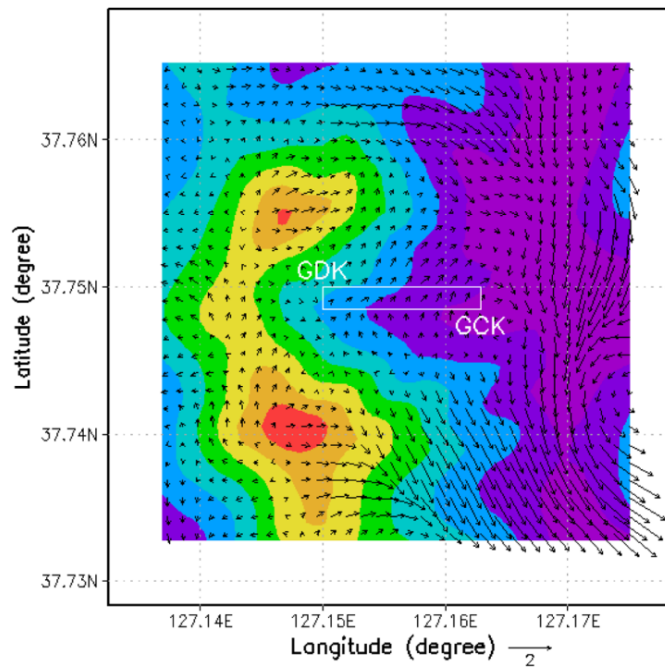
모의 결과



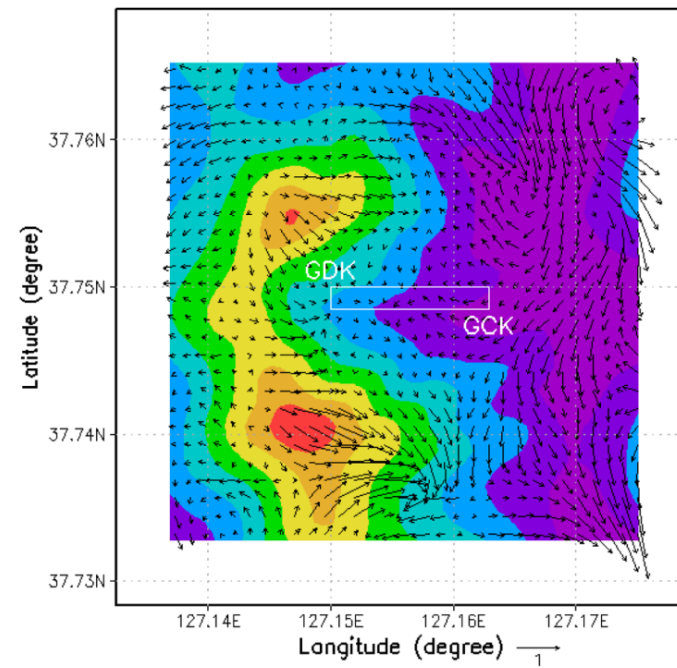
모의 결과



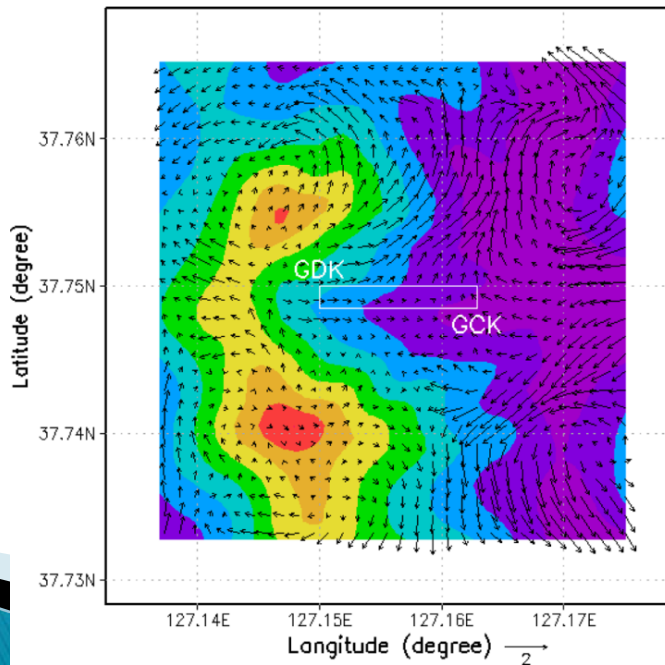
10-m Wind 201108190500 LST



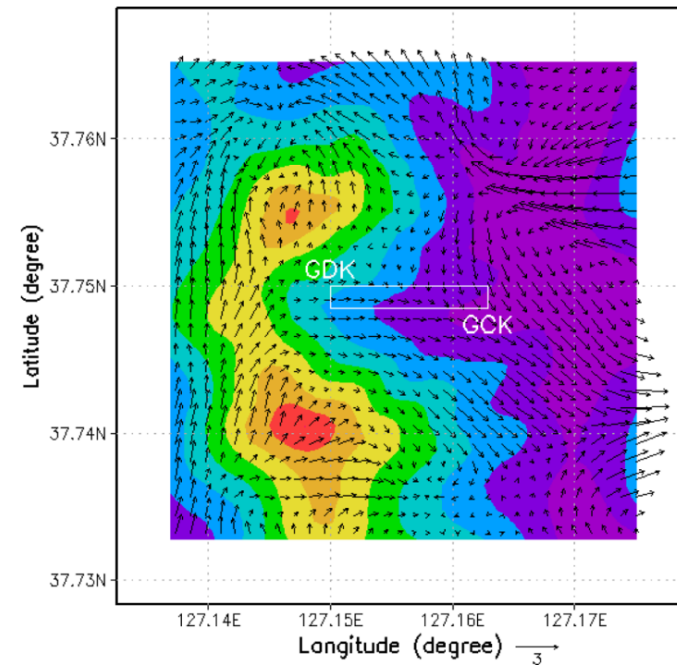
10-m Wind 201108190600 LST



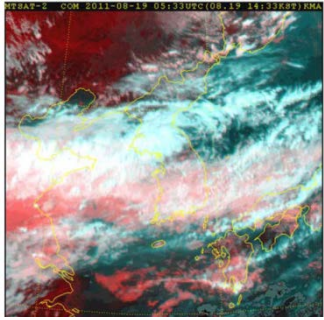
10-m Wind 201108190700 LST



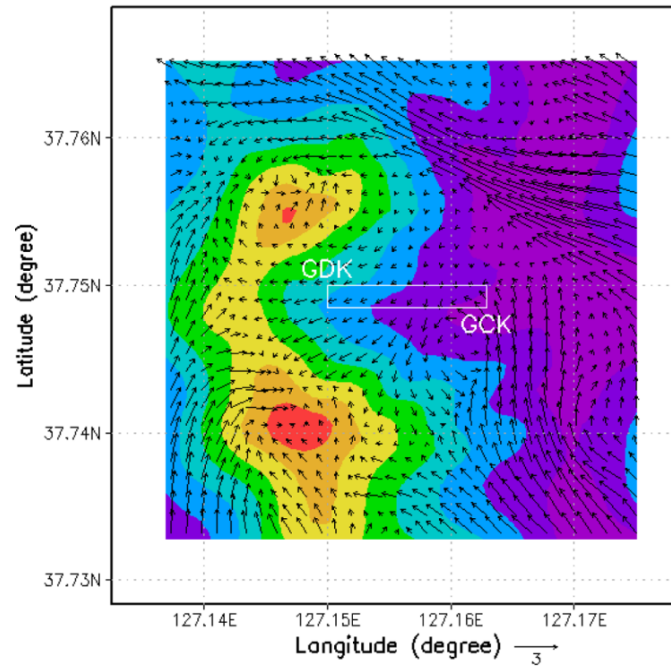
10-m Wind 201108190800 LST



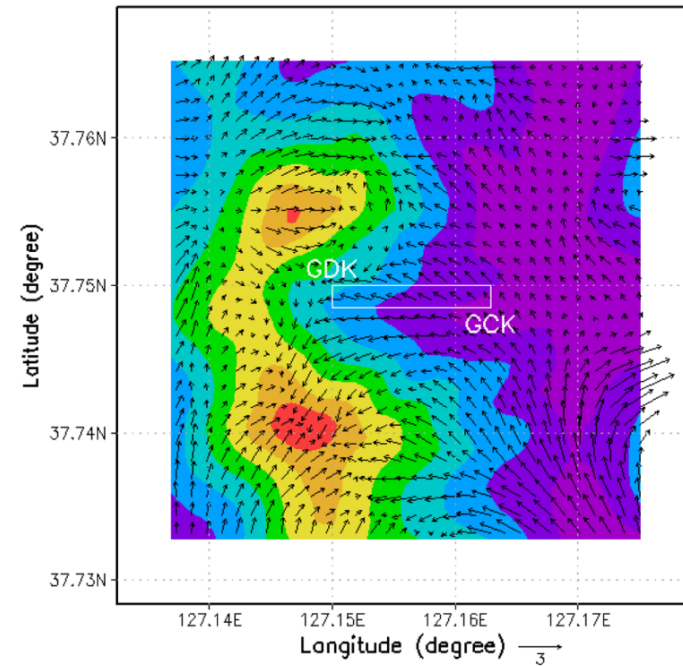
모의 결과



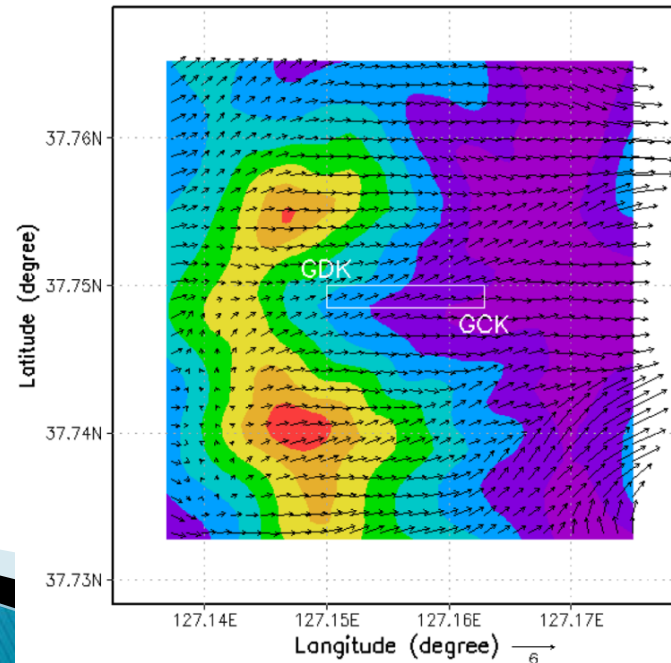
10-m Wind 201108190900 LST



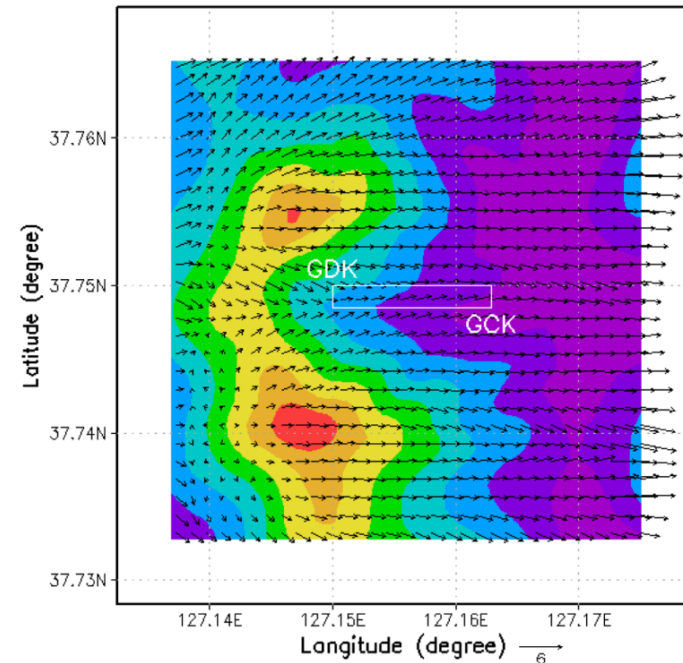
10-m Wind 201108191000 LST



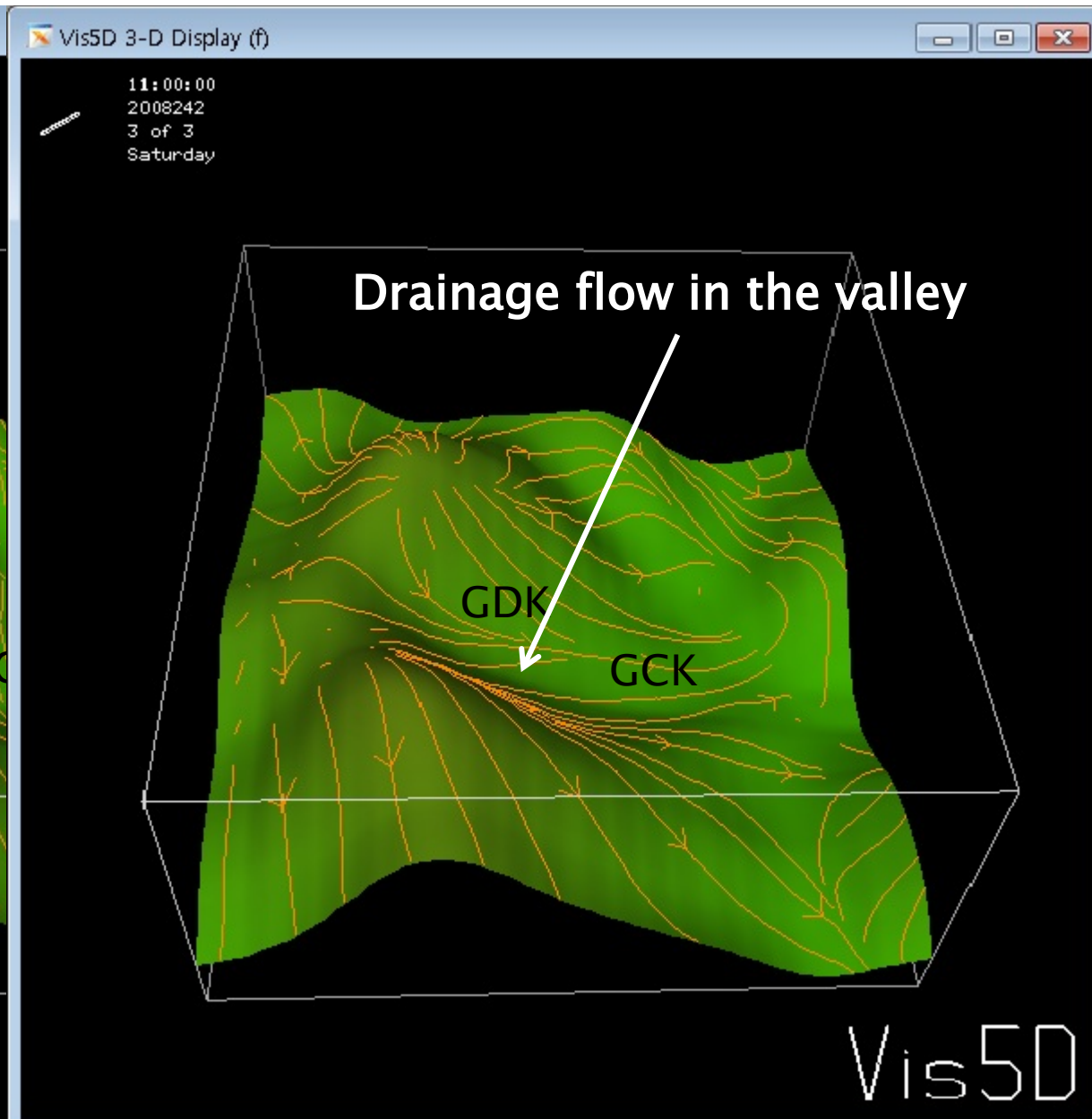
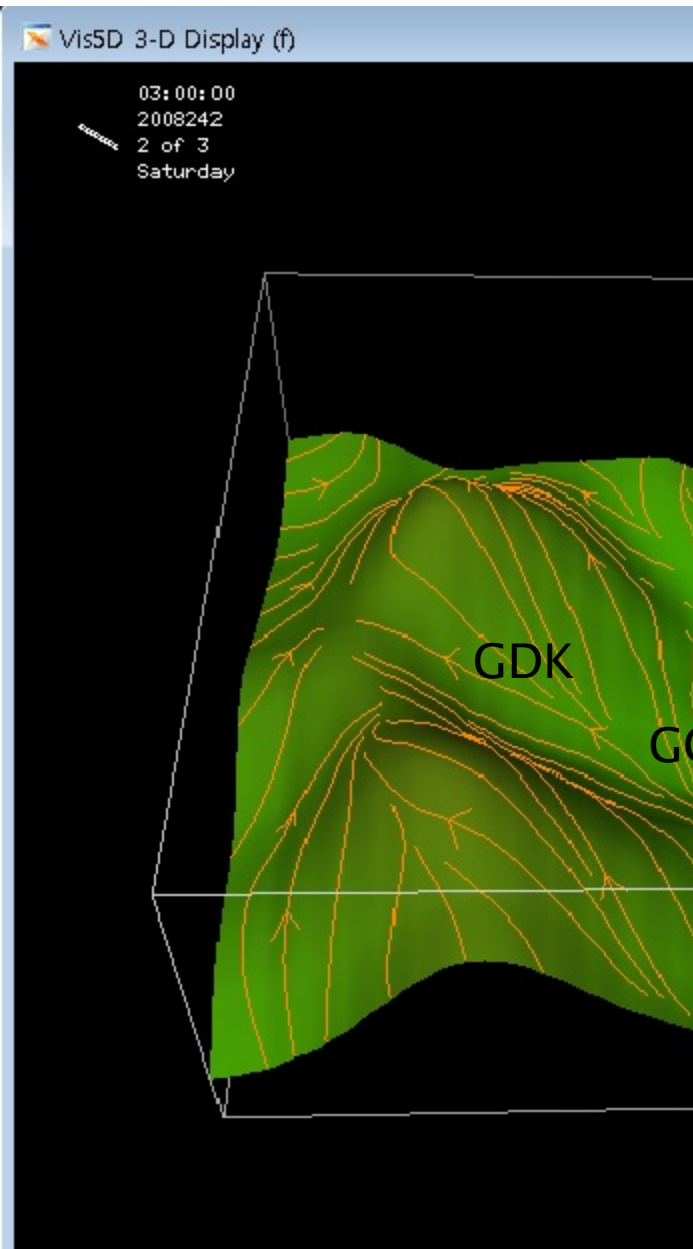
10-m Wind 201108191100 LST



10-m Wind 201108191200 LST



Near-surface streamline analysis



요약

- ▶ 90m 고해상도 SRTM 지형자료를 장착한 WRF 수치모형을 이용하여 광릉 활엽수림 KoFlux 타워(GDK)와 침엽수림 KoFlux 타워(GCK)가 위치한 계곡 및 주변에서의 국지 대기 순환을 식생-대기 이산화탄소 순환 관점에서 고찰.
- ▶ 지표부근 온도와 바람에 대하여 모형과 관측 결과를 비교함으로써 모형의 전반적인 성능을 평가하였고, 연구지역에 국지순환이 발생한 맑은 날(Case I)과 흐린 날(Case II) 사례를 선정하여 수치모의를 수행하고 그 결과를 분석.
- ▶ 모형의 수치모의 결과들은 광릉 KoFlux 타워 관측으로부터 그 가능성이 제기된 관측지 계곡의 배수류가 실제로 존재함을 뚜렷이 보여 주었음.



“지표면 조건의 현실화”

초고해상도 지형·지표 자료와 Noah-MP 모델이
광릉 산림지 지표부근 기온 및 바람모의에 미치는 영향:
여름철 맑은 날 사례 실험

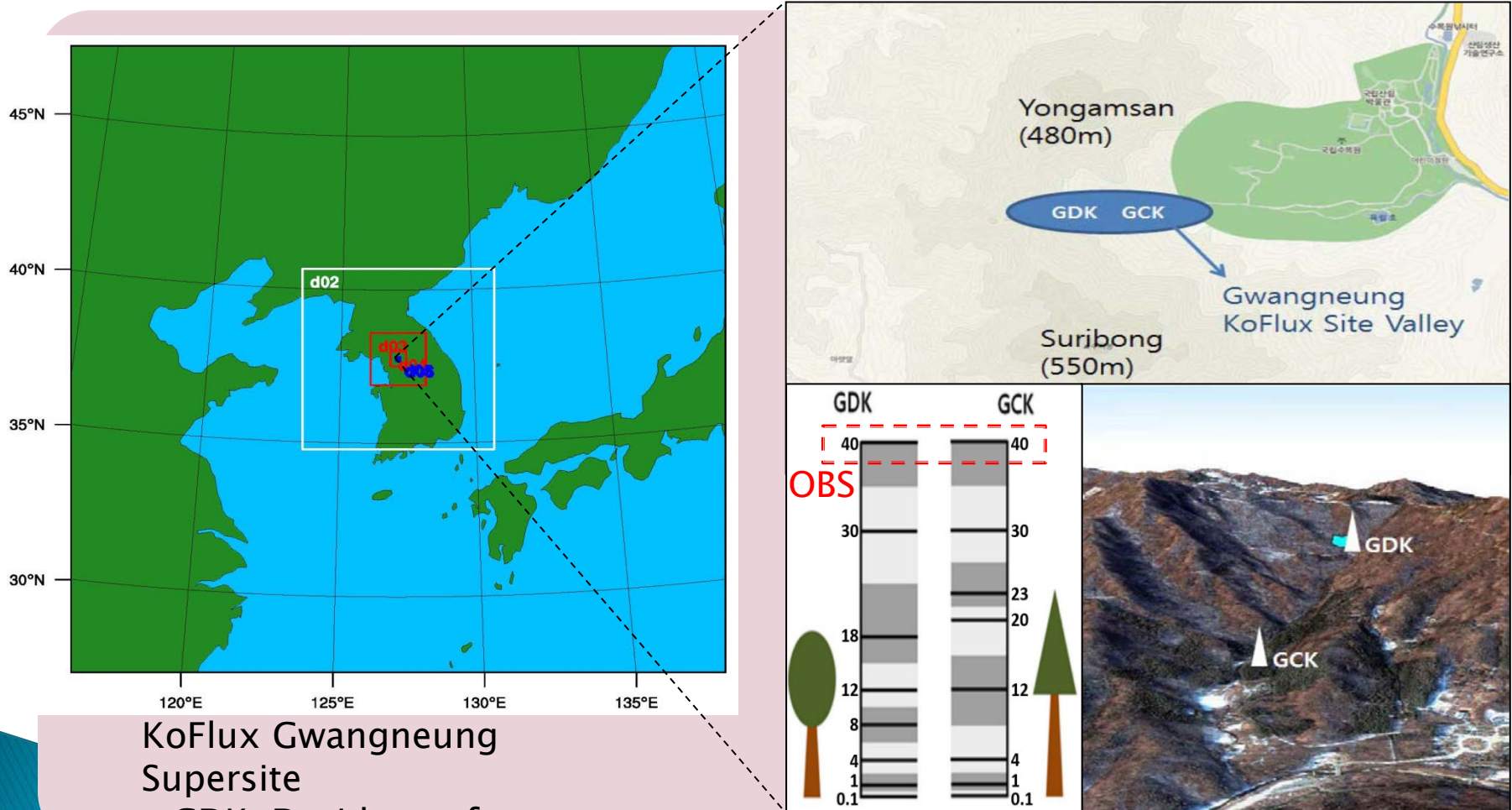
이승재, 송지애, 김 준

(재)국가농림기상센터

Motivation

- 효과적인 영농 및 영림을 위해서는 정확한 농림기상 정보의 제공이 필수적임. 수치기상예측(Numerical Weather Prediction, NWP) 모델은 격자기반의 3차원 농림기상 정보를 생산하는 핵심적인 도구로서의 역할을 함. 우리나라의 농림지는 아메리카 대륙 등 외국에 비해 **소규모 복잡 지형과 비균질 지표면**의 특성이 강하기 때문에, 지표-대기 상호작용에 대한 정확한 이해와 예측을 위해서는 일반적인 NWP 모델 시스템에 비해 **고해상도의 바닥조건과 고도화된 식생모델**을 사용하는 것이 바람직함.
- 본 연구에서는 경기도 포천 산림지에 구축된 고해상도 WRF 시스템(Lee et al., 2014)을 개선하기 위하여, 국내에서 개발된 **초고해상도의 지형 고도 자료와 토지피복 자료를 모델 시스템에 도입**하고, 새로운 지면모델인 **Noah-MP**를 적용하여, 산림지의 지표부근 대기모의에 어떠한 효과가 있는지 정량적으로 평가하고자 함.

Study Area & Model Domain



KoFlux Gwangneung
Supersite

- GDK: Deciduous forest
- GCK: Coniferous forest

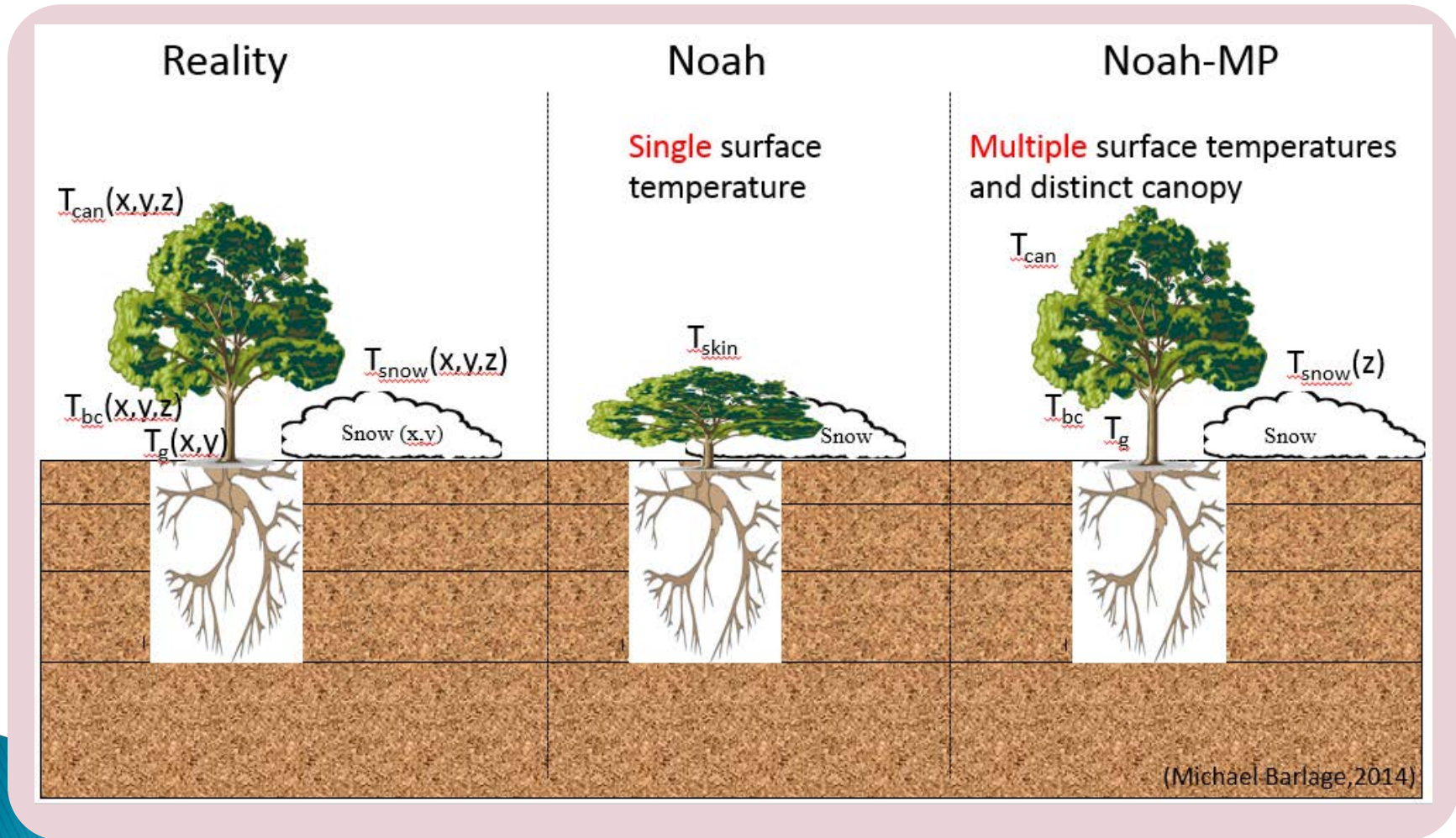
Lee et al.
(2014)

WRF Model configuration & Experimental Design

Domain	D01	D02	D03	D04	D05	D06
Integration period	2008.08.23.12UTC ~ 2008.08.25.12UTC (48 hr)					
Resolution (m)	21870	7290	2430	810	270	90
Grid nesting	Two-way					
Initial condition	NCEP/NCAR GDAS(FNL) analysis (6-hourly)					
Shortwave radiation scheme	Dudhia shortwave					
Longwave radiation scheme	RRTM					
Microphysics	WSM 6 scheme					
Cumulus parameterization	New Kain-Fritsch	X	X	X	X	X
Planetary boundary layer	YSU PBL					

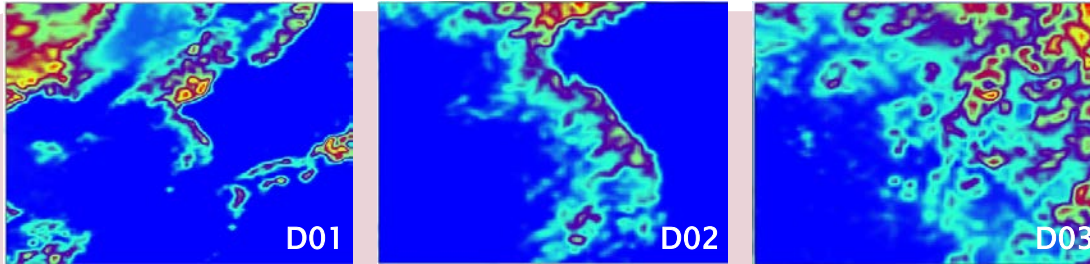
Exp. name	Topography Δx						Land Cover Δx						LSM
	D01	02	03	D04	05	06	D01	02	03	D04	05	06	
CNTL	30s''			30s''			30s''			30s''			Noah
TOPO	30s''			1/3s''			30s''			30s''			Noah
TPLC	30s''			1/3s''			30s''			1/3s''			Noah
HIMP_0	30s''			1/3s''			30s''			1/3s''			Noah-MP

Noah VS. Noah-MP



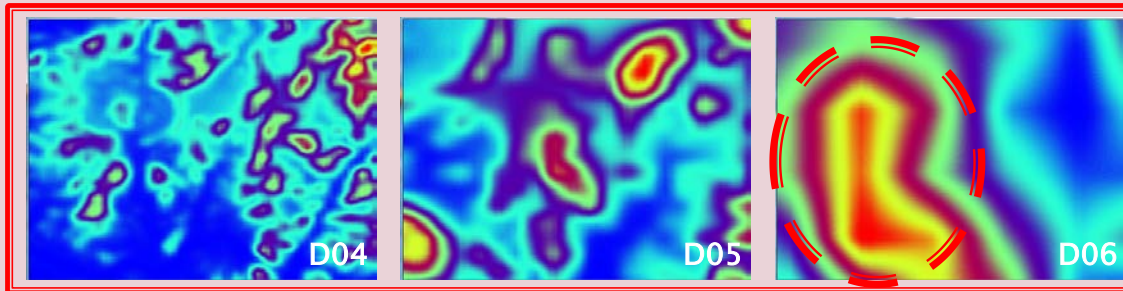
Topography Data

USGS 지형고도 30초 자료 (D01~D06)

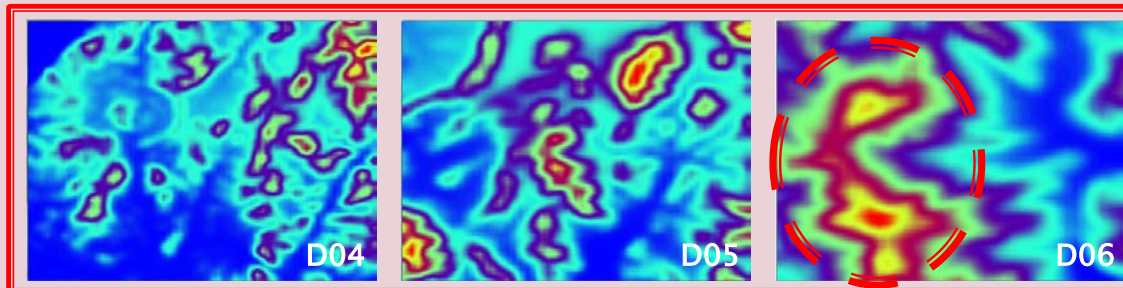


지형자료:

국토지리정보원의 ngi 형식 수치지형도 자료는 KoFlux 관측지 계곡 지형을 실제에 더 가깝게 표현하고 있음.

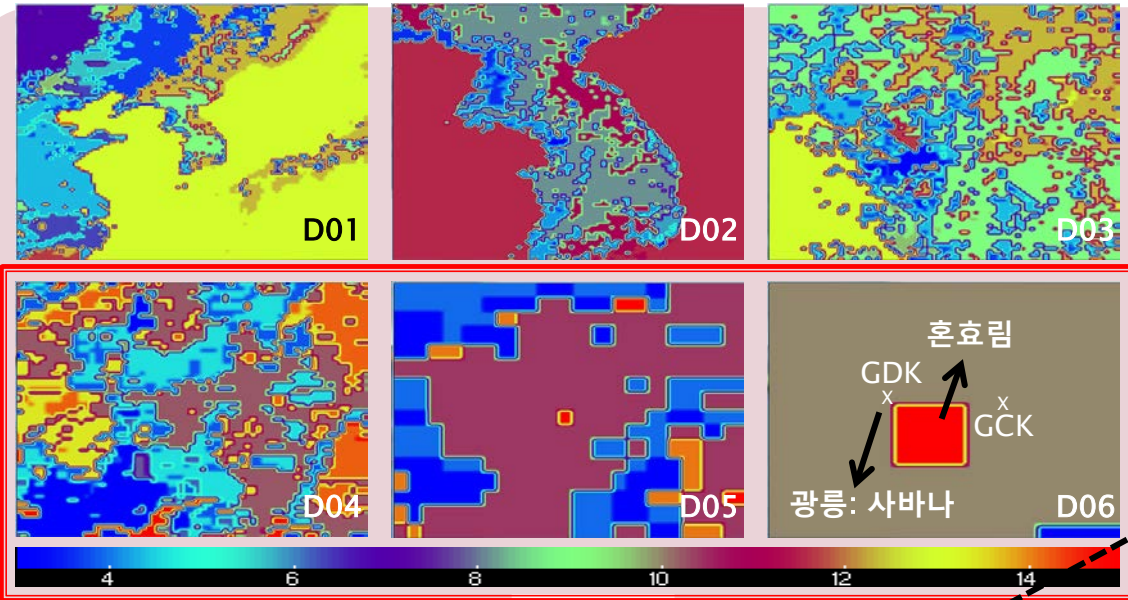


국토지리정보원 1/3초 자료(D04~D06)

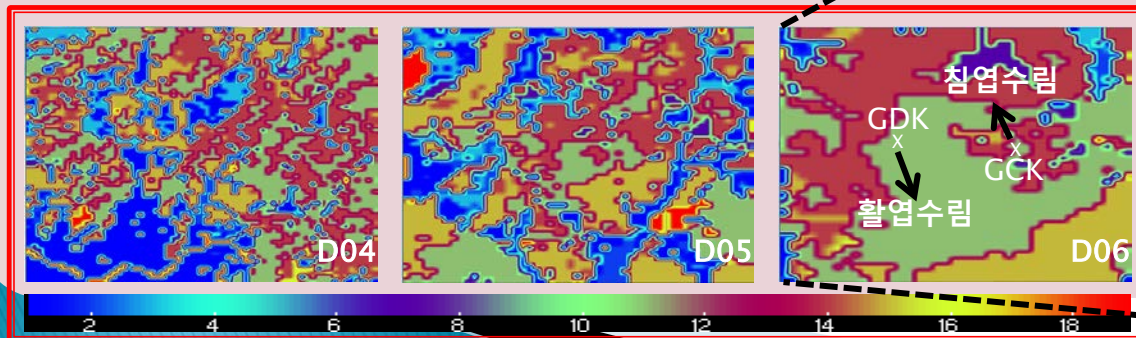


Land Cover Data

USGS 지표피복 30초 자료 (D01~D06)



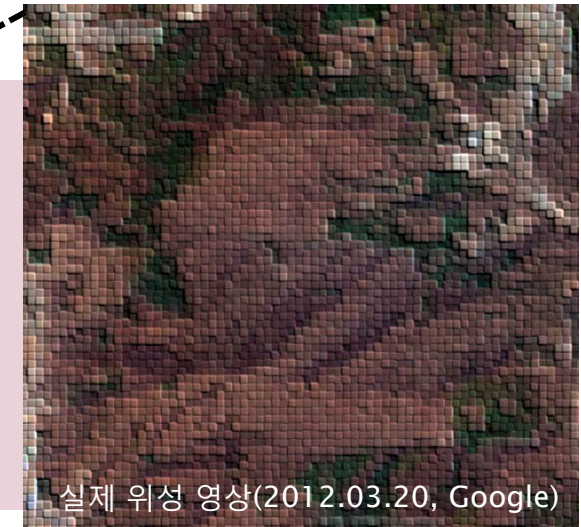
환경부 중분류 1/3초 자료(D04~D06)



지표피복자료:

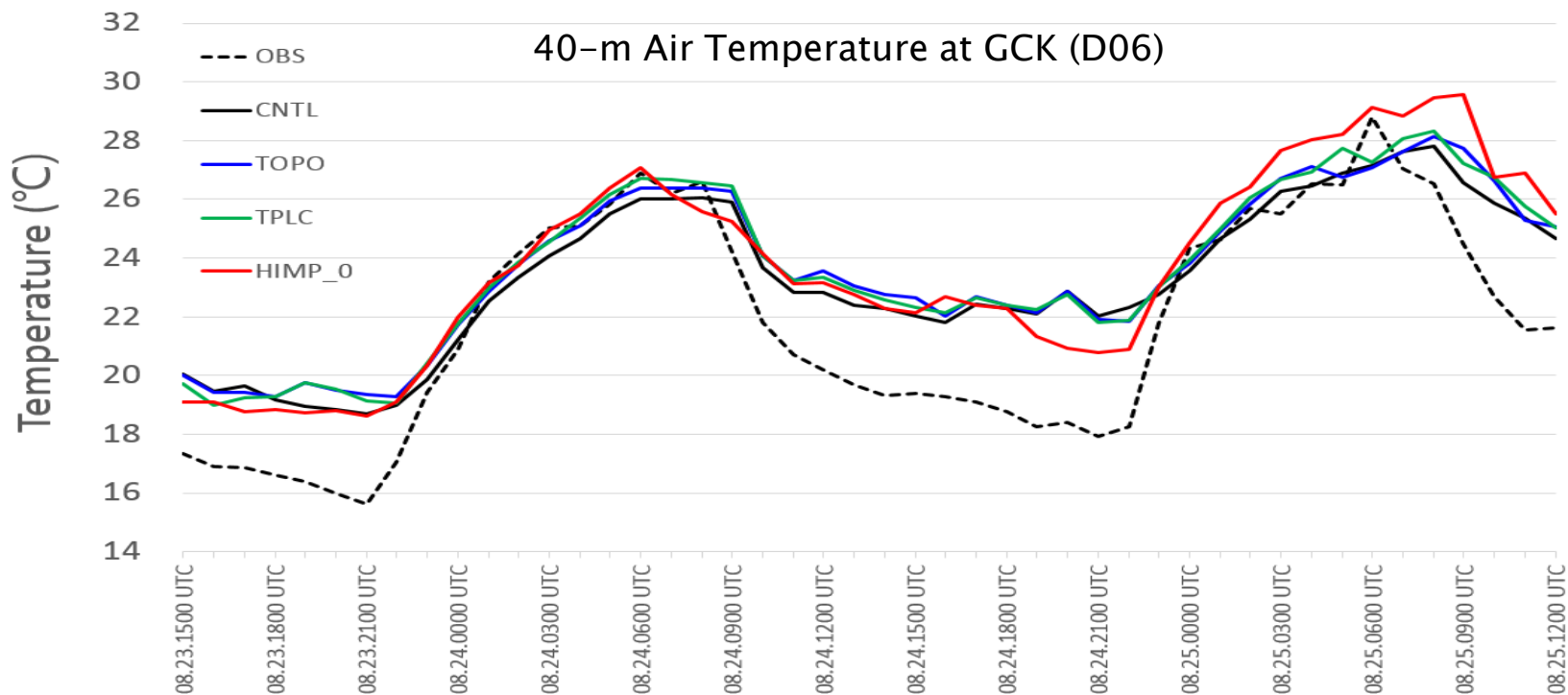
USGS 30초 지표피복자료는 GDK(활엽수림)와 GCK(침엽수림)를 사바나로 잘못 인식하고 있지만, 환경부에서 제공하는 1/3초 중분류 토지피복자료는 모두 활엽수림으로 인식함(모델 내에서 GCK는 주변 침엽수림에 매우 가깝게 둘러 싸여 있어서, 침엽수림의 효과를 간접적으로 표현할 수 있는 상태로 분석됨).

→ 실제 위성 영상과 환경부 중분류 1/3초 자료를 비교해 본 결과, 겨울철에도 잎이 떨어지지 않는 실제 침엽수림 영역이 환경부 자료에 현실적으로 반영되어 있음을 볼 수 있음. 따라서 환경부 중분류 자료는 개선된 모델 토지피복 자료로서 신뢰할 수 있음.



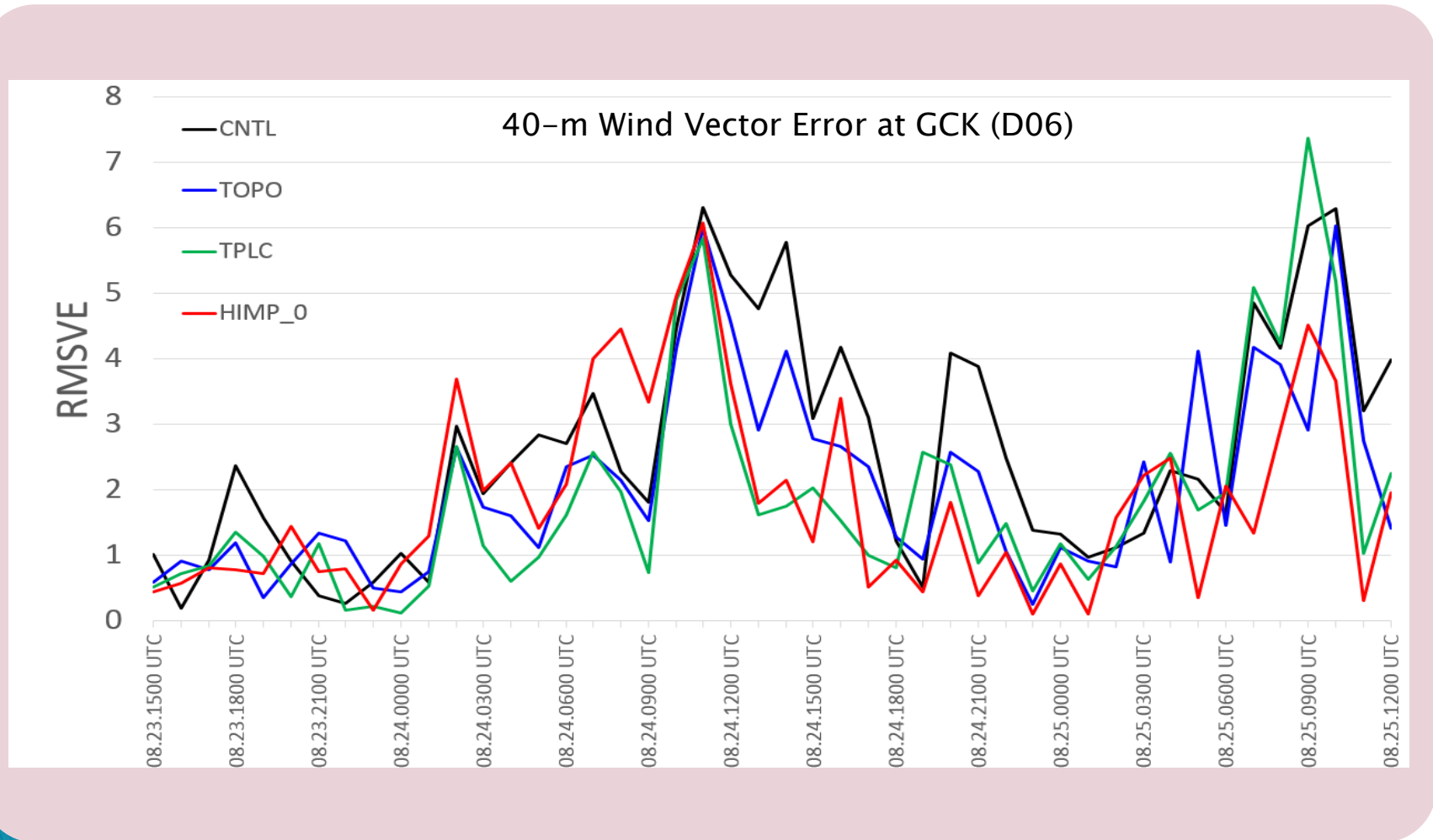
실제 위성 영상(2012.03.20, Google)

Air temperature



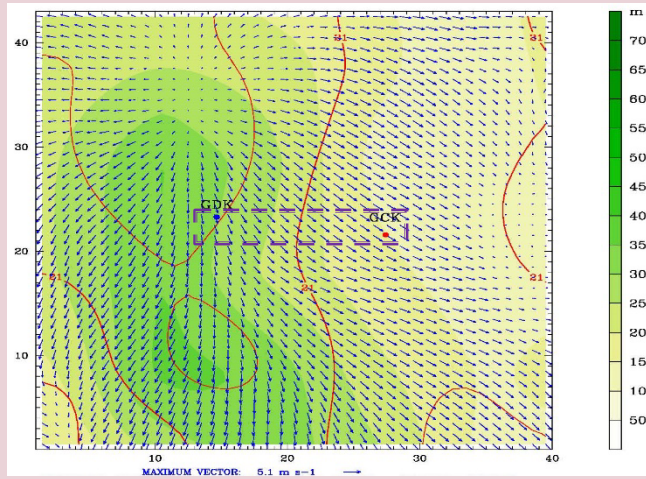
R	GDK						GCK					
	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D01	D02	D03	D04	D05	D06
CNTL	0.950	0.941	0.932	0.920	0.923	0.923	0.929	0.928	0.919	0.920	0.919	0.918
TOPO	0.947	0.939	0.933	0.922	0.923	0.922	0.925	0.921	0.910	0.916	0.916	0.919
TPLC	0.947	0.940	0.937	0.925	0.928	0.928	0.923	0.923	0.919	0.924	0.925	0.926
HIMP_0	0.941	0.931	0.922	0.910	0.918	0.919	0.915	0.912	0.904	0.918	0.923	0.926

Wind

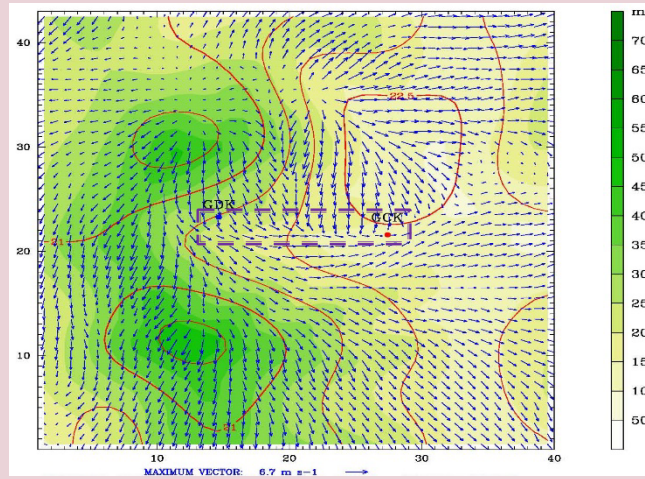


10m Wind & Temperature field (2014.08.25.02LST)

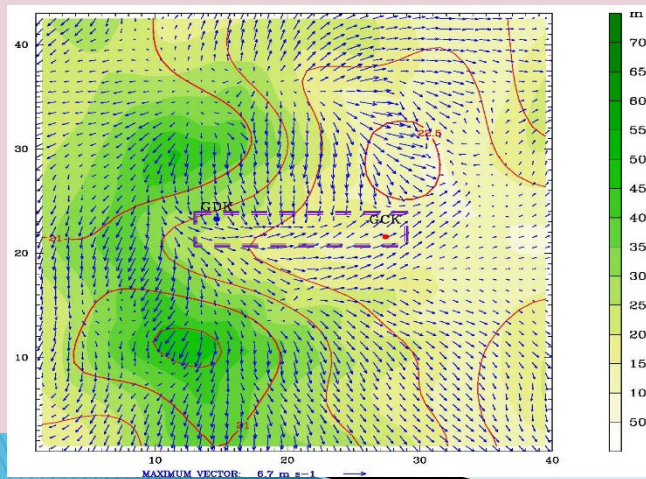
CNTL



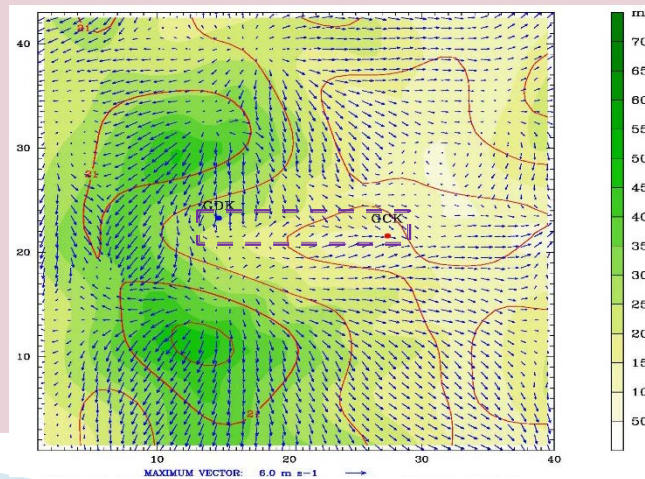
TOPO (지형 교체)



TPLC (지형 + 지표교체)



HIMP_0 (지형+지표+지면모형 교체)



Summary & Next work

- 초고해상도 지형고도 및 토지피복 자료의 도입으로, 포천 산림지 부근의 기온은 관측과의 상관계수 값이 CNTL 실험에 비해 뚜렷이 높아지는 경향을 보였으며(D03~06), 산림지 부근의 바람도 관측과의 RMSVE 오차 값이 뚜렷이 개선되는 방향으로 모의되었음.
- 새로운 지면모델 Noah-MP의 도입은 산림지 지표 부근 기온 오차에서 나아지는 점이 적었으나, 바람 오차에서는 TPLC보다 좋은 모의 성능을 보임. 이는 풍향이 중요한 산림지 국지순환 모의에 긍정적인 요소로 판단됨.
- 새벽 시간 10-m 바람장과 기온장의 경우, 모든 실험들은 CNTL 실험에 비해 배수류를 현실적으로 모의하였으며, 그 중 HIMP_0 실험은 풍속의 과대모의 오차를 줄이면서 사면활강풍이 지형에 대칭적으로 모의되는 특징을 보임.
- 현재 WRF 탑재 지면모형은 생태모형에 비해 상세하지 못하므로, 모의 값과 실측 값을 정확히 비교하는 데에 어려움이 따름. 앞으로 이런 문제를 완화하기 위한 노력이 필요하고, Noah-MP 지면모델의 여러 옵션들 중에서 최적 조합을 찾는 실험들을 다양한 사례에 대해서 추가적으로 수행할 계획임.



2014년 특별관측 기간 동안 청미천 농경지에서의 WRF/Noah-MP 고해상도 수치모의

인용문헌:

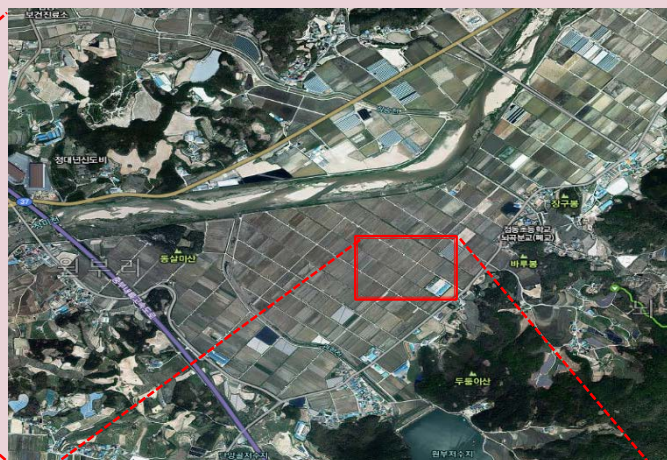
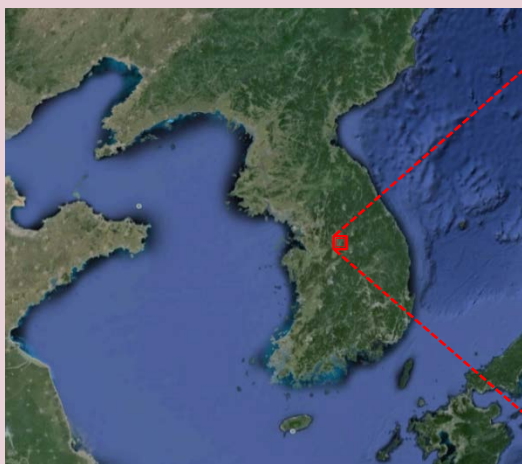
송지애, 이승재, 강민석, 문민규, 이정훈, 김 준, 2015:
2014년 특별관측 기간 동안 청미천 농경지에서의 WRF/Noah-MP 고해상도
수치모의, 한국농림기상학회지, 17(4), 384-398

서론

- 기후 변화로 인해 한반도 기온이 상승하고, 국지적 기상 이변 발생 빈도가 높아지는 요즘의 상황에서, 정부와 지자체들은 농작물 재배적지 변화에 효율적으로 대응하고, 가뭄, 폭설, 우박 등 기상 이변으로 인한 농작물 피해를 최소화하기 위하여 다방면으로 노력을 기울이고 있음.
- 상세농업기상 서비스를 가능케 하기 위해서는 고해상도의 지상 관측망 및 원격탐사 정보와 더불어 농경지대에 특화된 고해상도 수치모의 시스템의 운용이 필수적임.
- 본 연구에서는 2014년 8월 21일 부터 9월 10일까지 약 20일 동안 특별관측이 실시된 경기도 청미천 농경지에 대하여 고해상도 WRF/Noah-MP 시스템을 국내에서 처음으로 구축하고, Noah-MP 지면모형의 동적 식생을 가동하는 것이 단·중기 국지규모 수치모의 성능에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보고자 함.

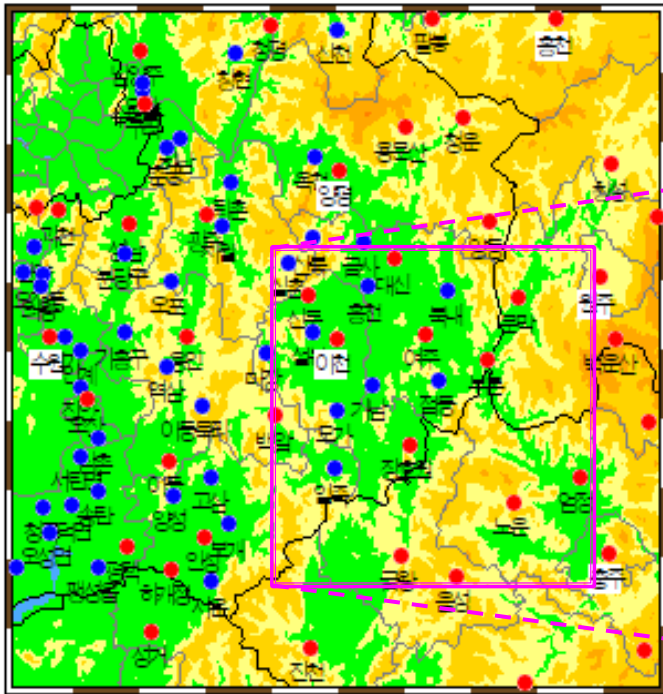
관측 자료 및 분석방법

경기도 청미천 유역 내의 논(37.16 °N, 127.65 °E, 141m above m.s.l.)에 위치한 청미천 관측지

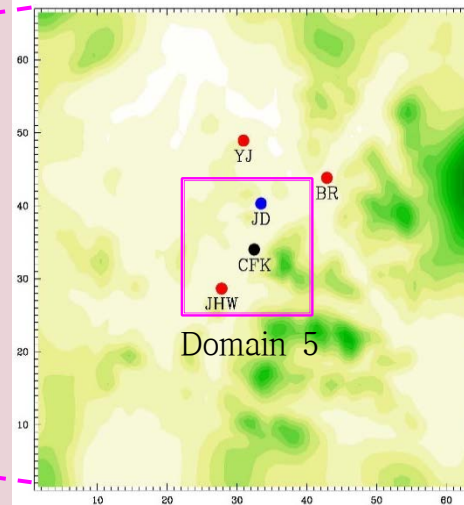


관측 자료 및 분석방법

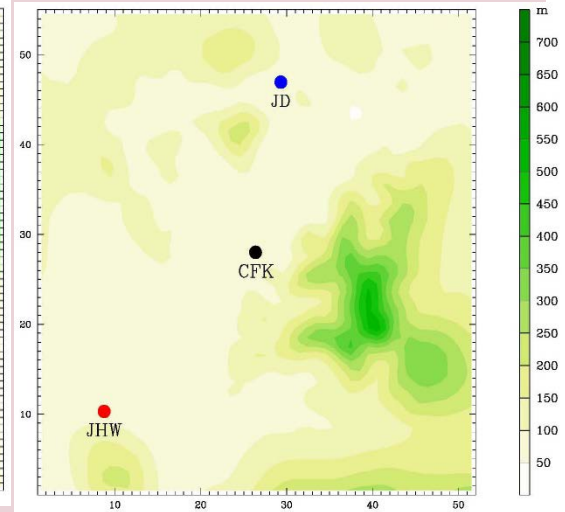
KMA AWS network



Domain 4

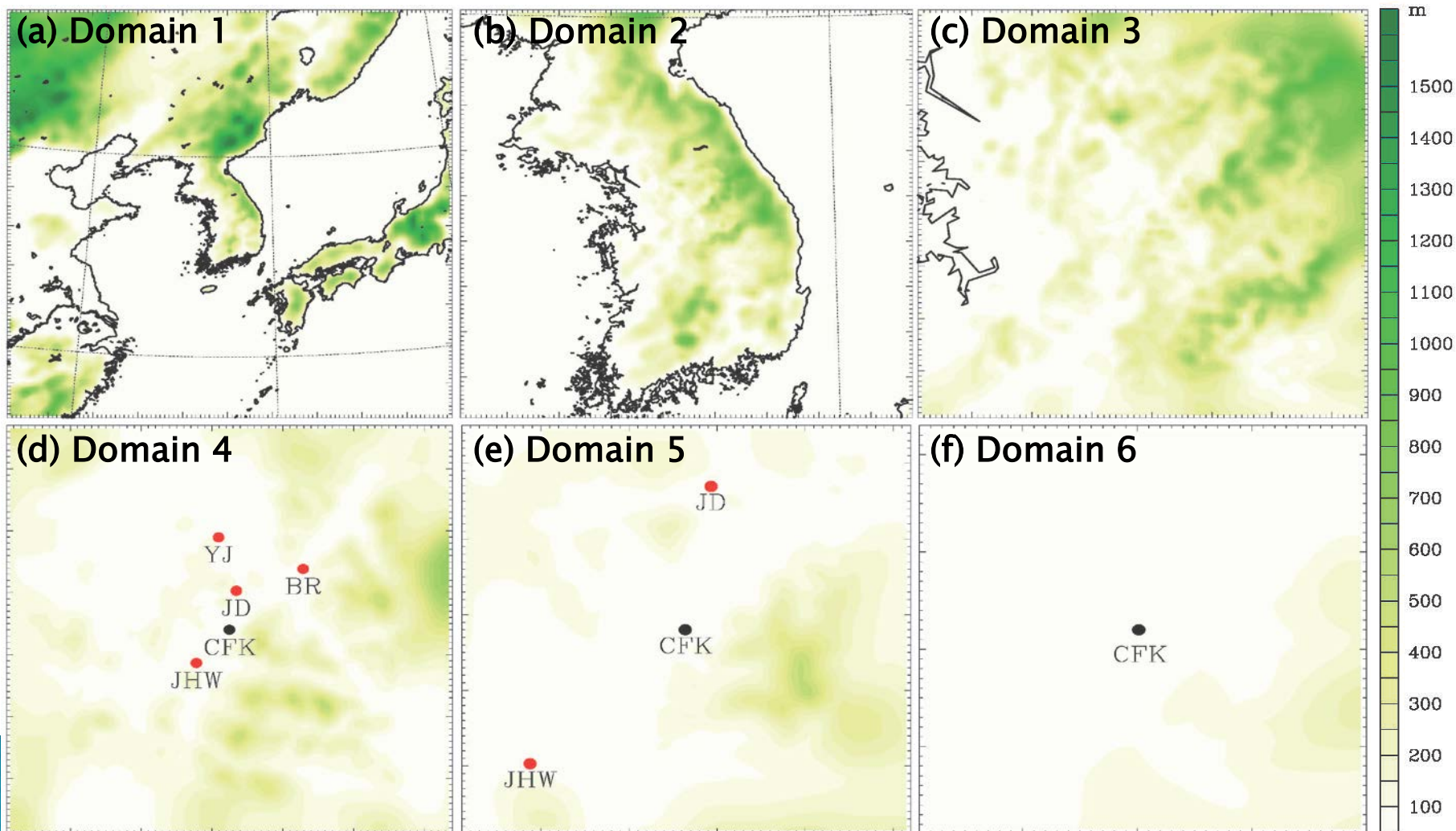


Domain 5

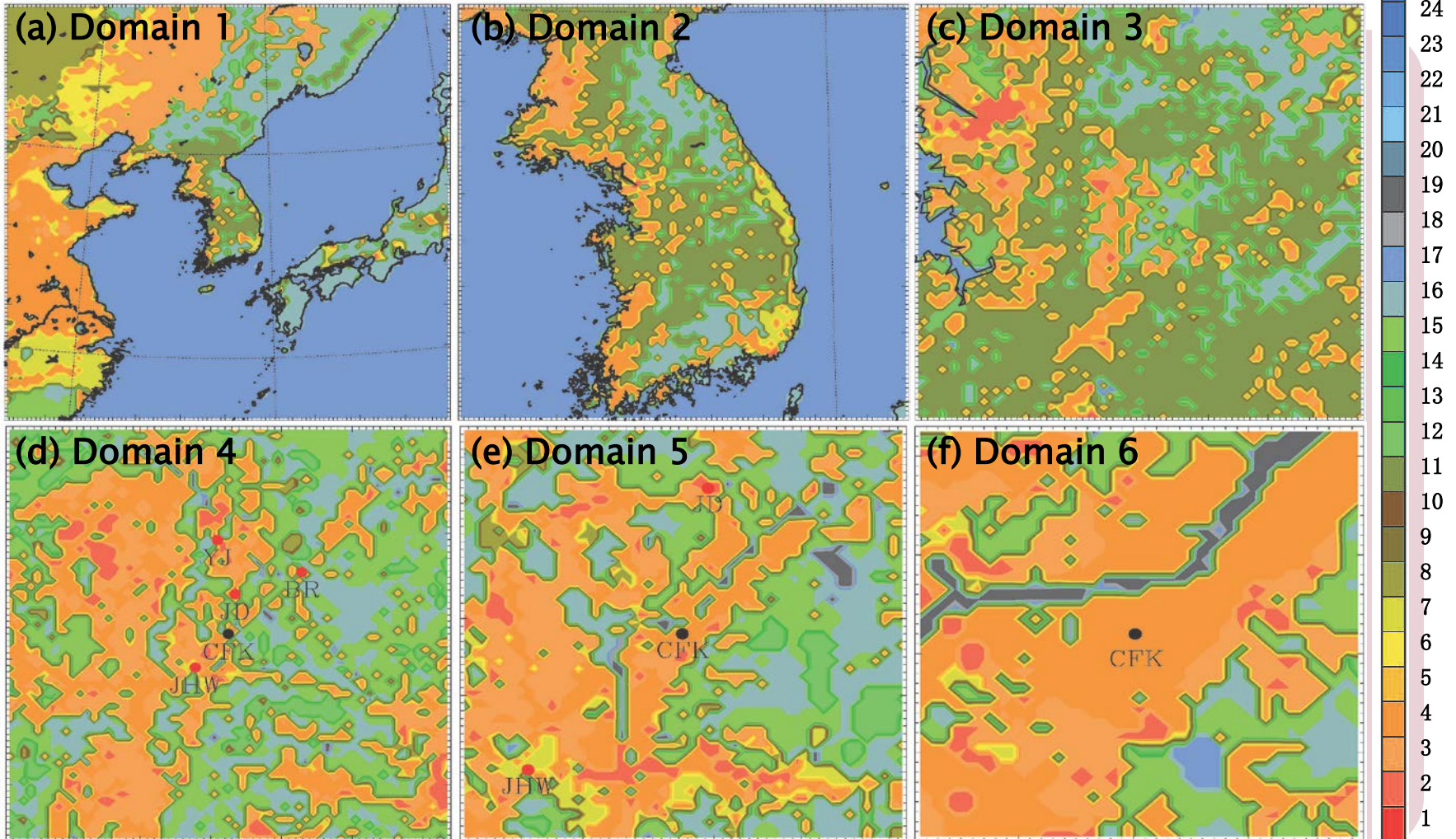


- 강수 검증에 4지점 사용
- 강수 이외의 변수는 CFK 지점의 값 사용

지형 및 토지피복



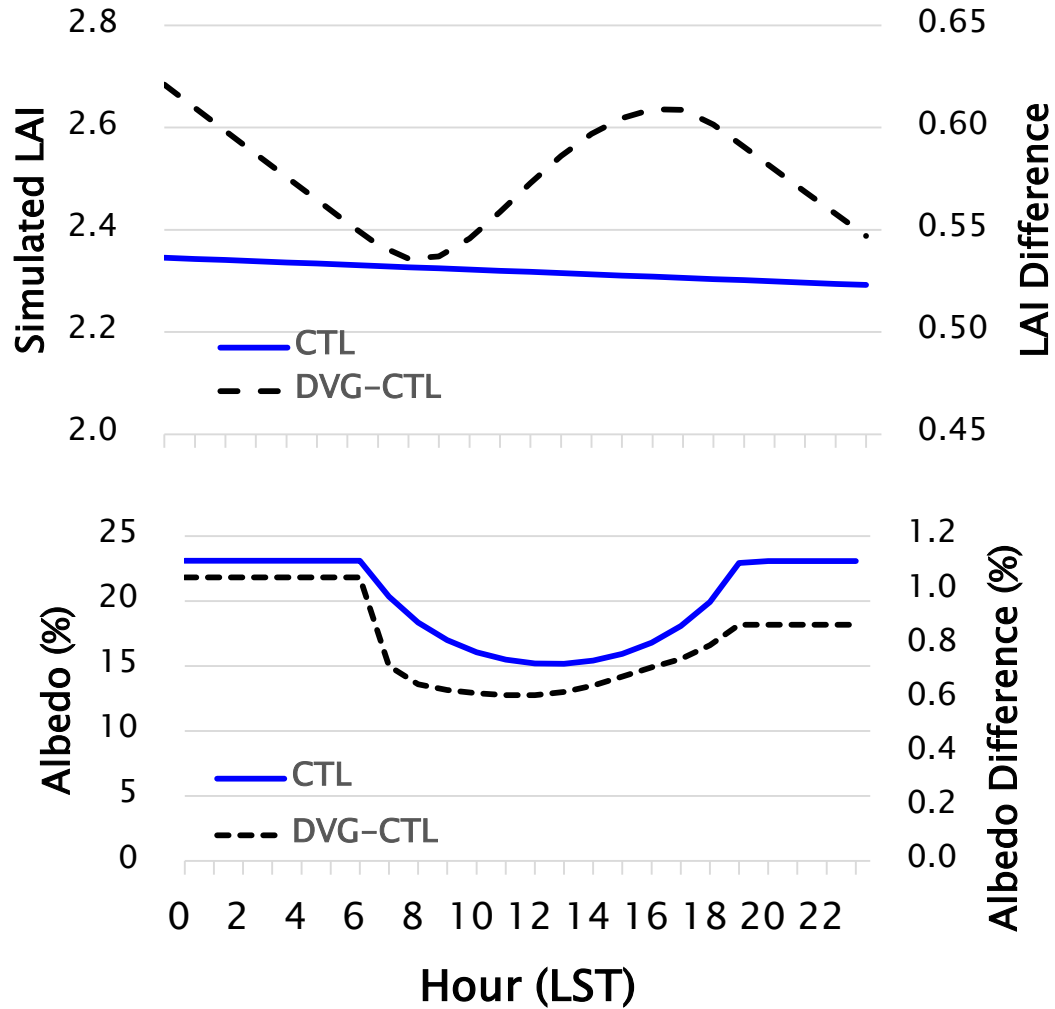
지형 및 토지피복



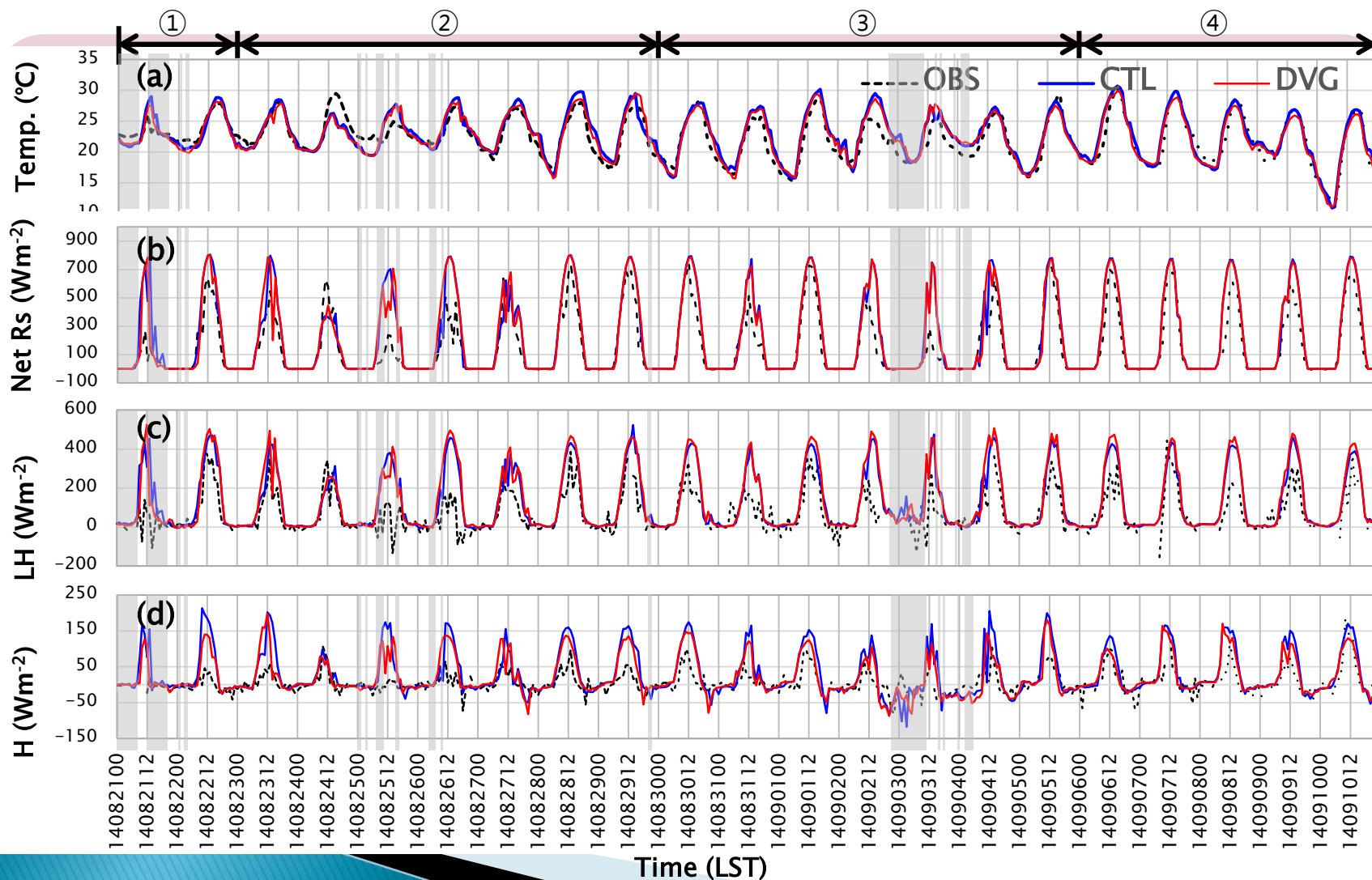
결과 및 분석

Land Use Category	Land Use Description	Land Use Category	Land Use Description
1	Urban and Built-up Land	13	Evergreen Broadleaf
2	Dryland Cropland and Pasture	14	Evergreen Needleleaf
3	Irrigated Cropland and Pasture	15	Mixed Forest
4	Mixed Dryland/Irrigated Cropland and Pasture	16	Water Bodies
5	Cropland/Grassland Mosaic	17	Herbaceous Wetland
6	Cropland/Woodland Mosaic	18	Wooden Wetland
7	Grassland	19	Barren or Sparsely Vegetated
8	Shrubland	20	Herbaceous Tundra
9	Mixed Shrubland/Grassland	21	Wooded Tundra
10	Savanna	22	Mixed Tundra
11	Deciduous Broadleaf Forest	23	Bare Ground Tundra
12	Deciduous Needleleaf Forest	24	Snow or Ice

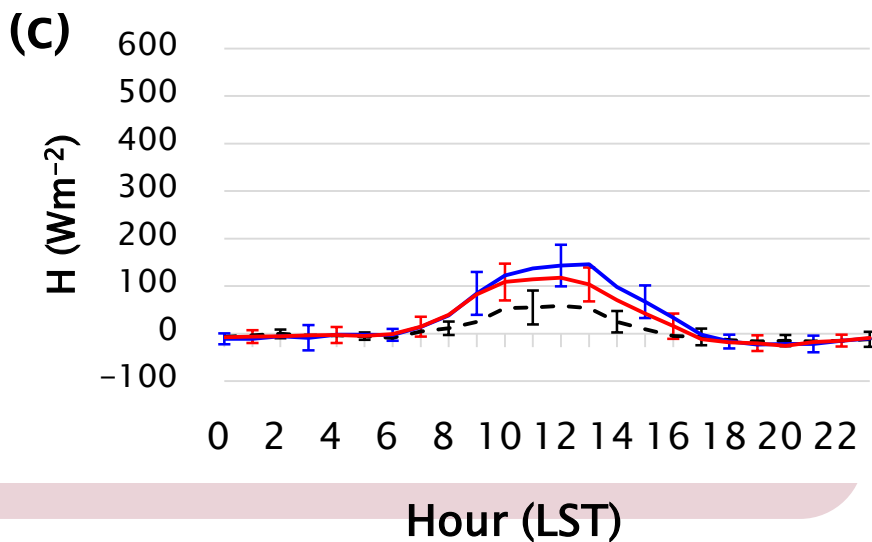
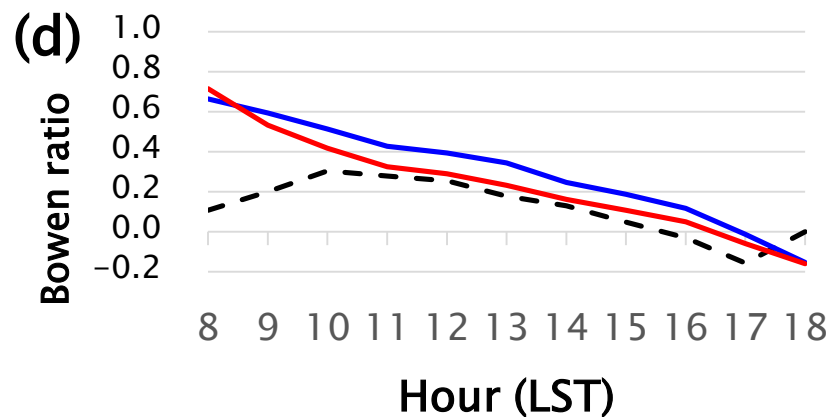
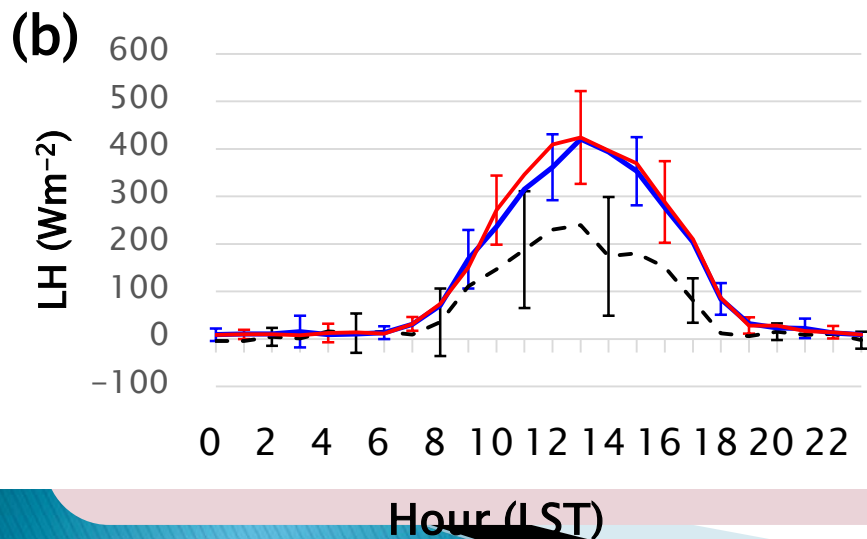
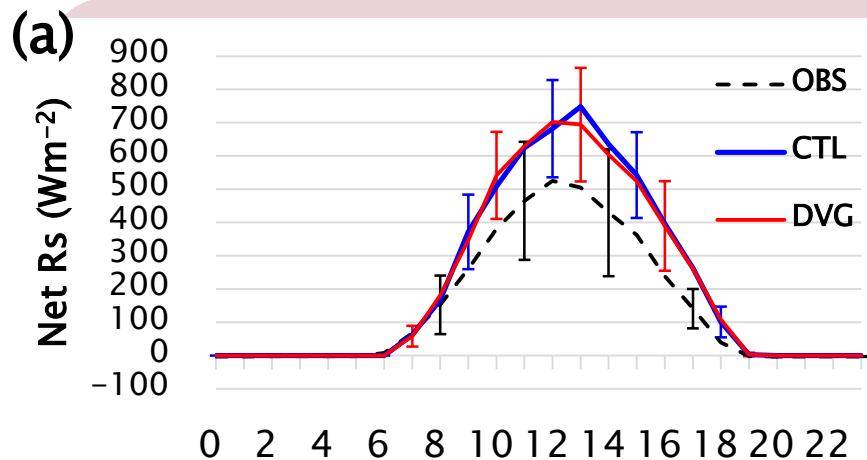
결과 및 분석



결과 및 분석



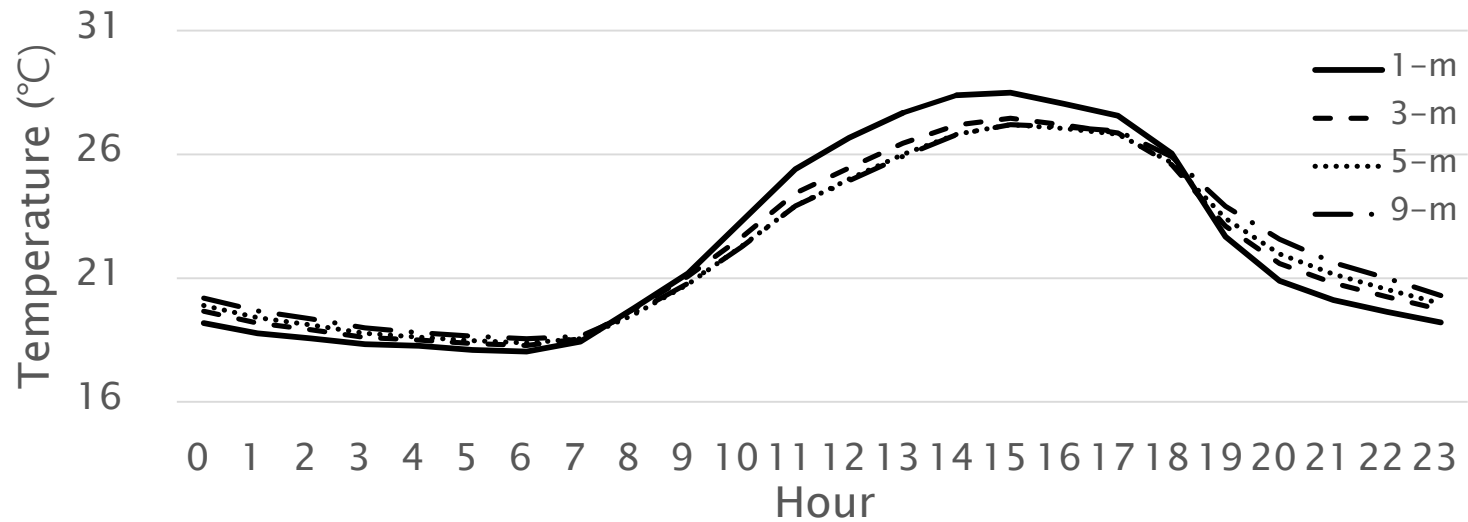
결과 및 분석



결과 및 분석

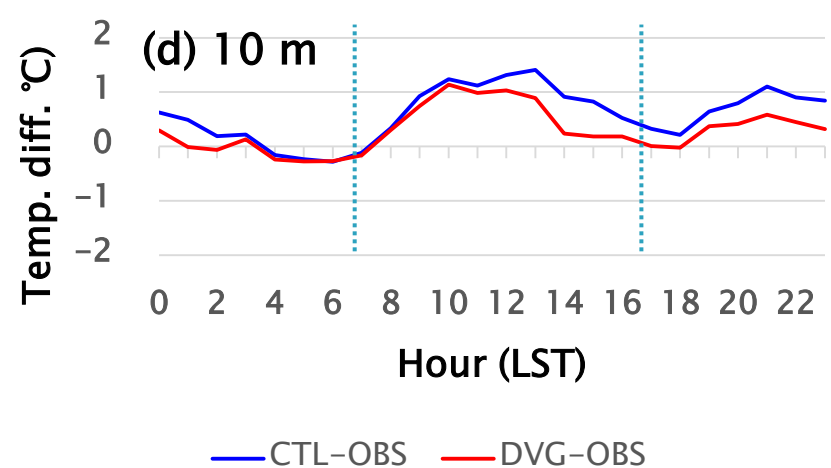
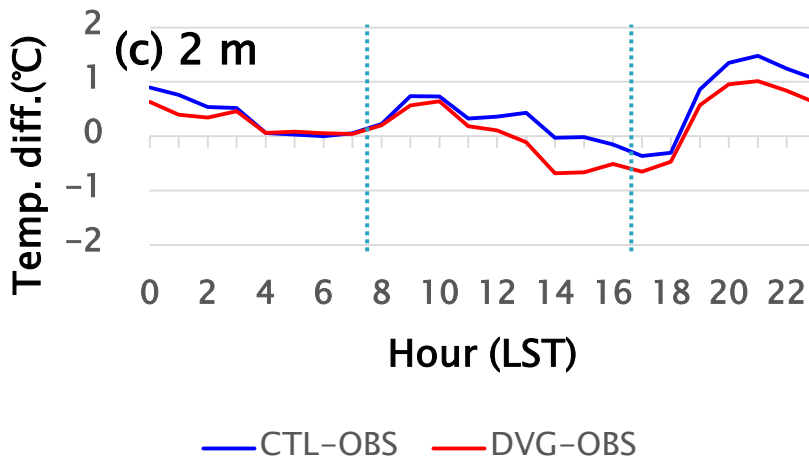
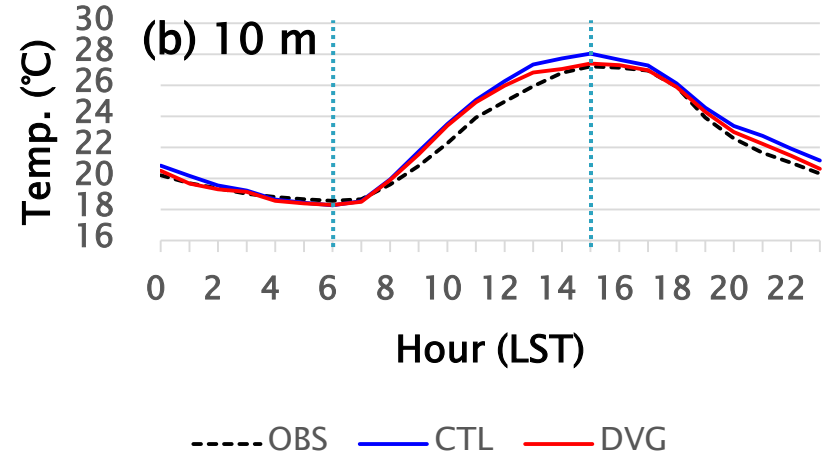
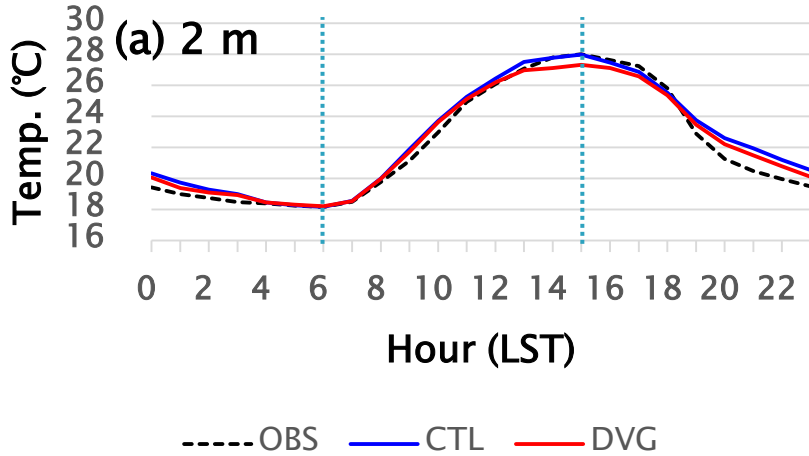
	Exp.	D01	D02	D03	D04	D05	D06
LH	CTL	0.79	0.76	0.77	0.77	0.78	0.78
	DVG	0.79	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77
H	CTL	0.62	0.69	0.70	0.70	0.61	0.61
	DVG	0.64	0.70	0.69	0.68	0.62	0.61

결과 및 분석



	Exp.	D01	D02	D03	D04	D05	D06
Bias	CTL	0.26	0.51	0.62	0.59	0.56	0.56
	DVG	-0.02	0.22	0.33	0.30	0.27	0.26
RMSE	CTL	1.50	1.58	1.62	1.61	1.64	1.65
	DVG	1.43	1.47	1.48	1.47	1.49	1.49
r	CTL	0.91	0.91	0.91	0.92	0.91	0.91
	DVG	0.92	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92

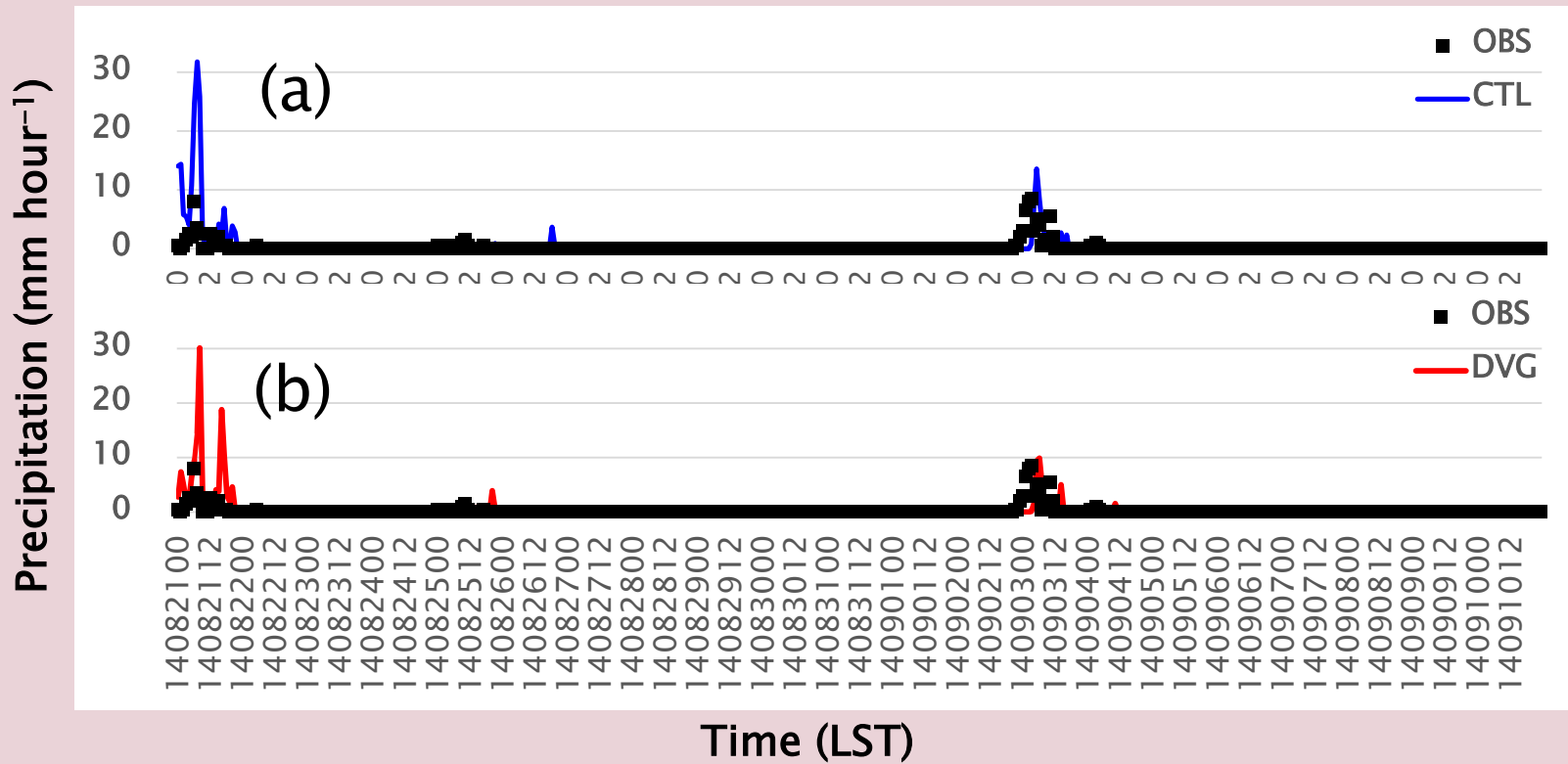
결과 및 분석



결과 및 분석

RMSVE	D01	D02	D03	D04	D05	D06
CTL	2.01	2.12	2.34	2.63	2.81	2.88
DVG	1.97	2.10	2.32	2.62	2.81	2.86

결과 및 분석



결과 및 분석

(a) JHW

bias	D01	D02	D03	D04	D05
CTL	0.22	0.26	0.26	0.26	0.26
DVG	0.14	0.13	0.17	0.18	0.35
RMSE	D01	D02	D03	D04	D05
CTL	1.84	2.15	2.23	2.28	2.29
DVG	1.35	1.44	1.73	1.90	2.04

(b) YJ

bias	D01	D02	D03	D04
CTL	0.10	0.11	0.12	0.14
DVG	0.07	0.09	0.11	0.13
RMSE	D01	D02	D03	D04
CTL	1.75	1.83	1.88	2.00
DVG	1.54	1.66	1.82	1.97

(c) JD

bias	D01	D02	D03	D04	D05
CTL	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21
DVG	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13
RMSE	D01	D02	D03	D04	D05
CTL	1.68	1.87	1.93	1.94	1.93
DVG	1.30	1.40	1.36	1.38	1.39

(d) BR

bias	D01	D02	D03	D04
CTL	0.17	0.18	0.17	0.17
DVG	0.13	0.15	0.14	0.14
RMSE	D01	D02	D03	D04
CTL	1.59	1.81	1.81	1.83
DVG	1.28	1.52	1.63	1.67

결론

- CTL 실험
 - 순단파 복사 에너지를 과대 모의 -> 현열 및 잠열 플럭스도 과대모의
 - 보웬비는 모형과 관측이 유사하여 난류 플럭스의 분배는 적절히 모의되고 있음을 확인
 - 기온은 관측을 대체로 잘 따라갔으나 일출 후 기온의 상승 속도가 관측에 비해 빠른 모습, 최저 기온 및 최고 기온의 시점은 잘 모의하였는데, 특히 일 최저기온의 모의는 관측과 0.3°C 오차 이내의 성능을 보여, 동해 및 병해충과 연관된 엽면수분 지속시간 예측에 고무적인 결과로 평가
 - 10m 바람은 동서 및 남북 풍속 모두 대체로 과대 모의
 - 강수는 과대 모의하는 경향을 보였으나 강수의 시작·종료 시점은 대체로 잘 포착
- DVG 실험
 - CTL 실험에 비해 엽면적지수, 단파 복사, 지표면 플럭스, 보웬비, 기온, 바람, 강수의 모의를 전반적으로 관측에 더 가깝게 생산
 - 강수, 온도, 복사, 가용 영양소 등의 변동에 대응하여 엽면적지수를 예단하는 DVG 실험은 CTL 실험보다 더 큰 엽면적지수를 생산
- 두 실험 모두에서 일출 후 기온 상승률은 관측에 비해 높았음
 - YSU 경계층 방안이 갖는 혼합층의 조기 성장 특성과 관련이 있는 것으로 분석

향후계획

- 본 연구 결과를 바탕으로 해서, 추후 식물 생장기 전체에 걸친 장기 수치모의와, 다른 식물생태계 및 농림기상 변수들에 대해서도 고해상도 모의 평가를 실시할 예정이다. 본 연구에서 구축된 1/3초 고해상도 지형고도 및 토지이용도에 기반한 최신 WRF/Noah-MP 모델링 시스템은 국가농림기상센터의 기본 지면-대기 모델링 팩키지(LAMP)을 구성함.
- 모델링 플랫폼을 통해 생산되는 모형 결과물은 차세대 도시·농림융합 스마트기상서비스 개발 사업의 '맞춤형 농림기상서비스 핵심기술 기반 구축'에서 개발 중인 농림생태계 물수지 모형(예로, Hong et al., 2015)과 작물 모형 등에 고도화 기상자료로서 제공될 계획임.



National Center of
AgroMeteorology
(재) 국가농림기상센터

“응용모델과의 연계”

농림 생태계 관리를 위한
물 사용 예측정보서비스 개발

인용문헌:

홍민기, 이상현, 최진용, 이성학, 이승재, 2015:

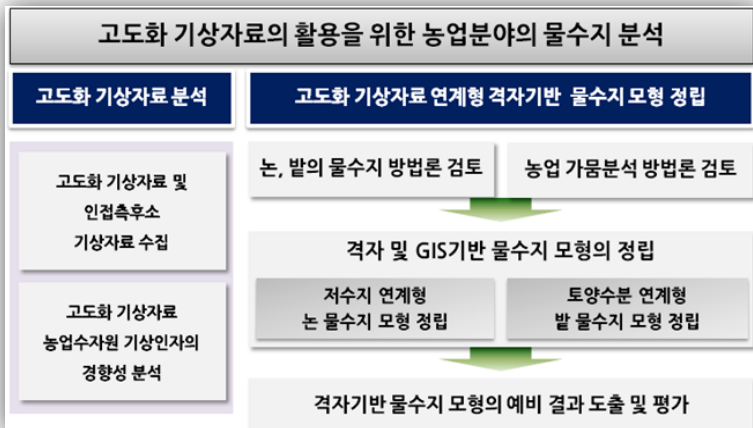
WRF 기상자료의 토양수분 모형 적용을 통한 밭 토양수분 및 필요수량 산정.

한국농공학회논문집, 57(6), 173-183

주요 연구 내용

농림 생태계 관리를 위한 물 사용 예측정보 서비스 개발

◆ 시범지역 물 사용 예측 모듈개발



→ 토양수분 모니터링 기반 구축 및 실측

- 시범지역 내 토양수분센서 설치 및 모니터링 실시 (FDR 1대)
- 토양 층위별 토양수분 모니터링 실시

→ 토양수분 예측 모형 개발 및 검보정

- 토양 층위별 (4 soil layers) 토양수분 산정 및 예측 모형 개발
- 과거 실측치를 이용한 모의 결과 검정 및 모형 보정 [칠보산 밤나무 재배지, 2010.5.18 - 2010.10.6]

→ 농경지 필요수량 예측 모듈 개발

- 시범지역 토지이용에 따른 논/밭 필요수량 산정 및 예측 모듈 개발

→ 가뭄 평가 방법 정립 및 평가 모듈 개발

- 토양수분가뭄지수(SMI) 기반 가뭄 평가 방법 정립
- 시범지역 토양수분가뭄지수 산정 모듈 개발

연구 결과

농림 생태계 관리를 위한 물 사용 예측정보 서비스 개발

◆ 토양수분 모니터링 기반 구축 및 실측

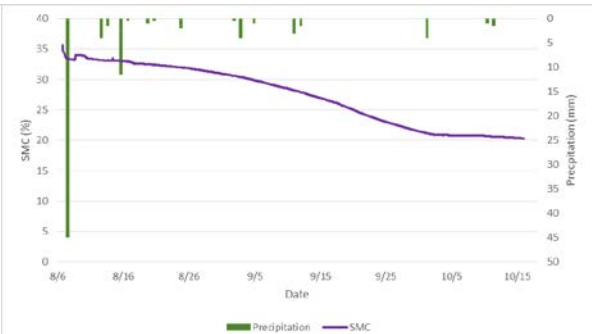
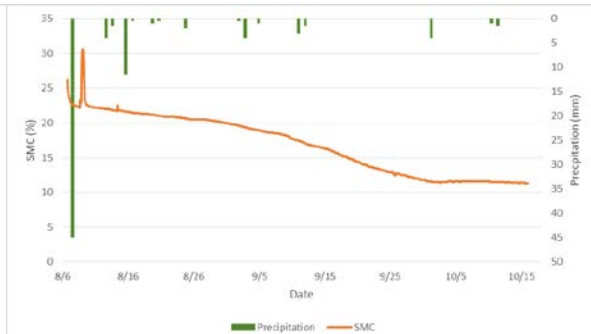
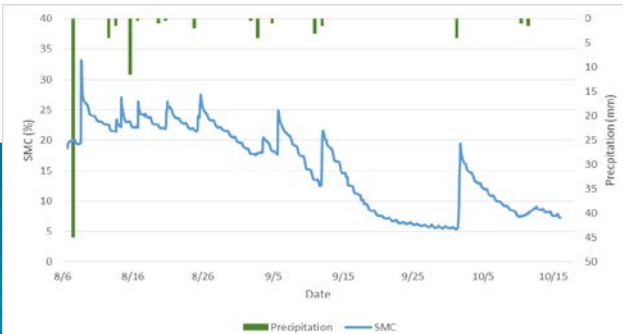
토양수분 모니터링 기반 구축

- 시범지역 내 토양수분 모니터링 기반 구축
 - 토양 층위별 [지하 10cm, 40cm, 70cm 깊이] 토양수분 모니터링 실시
- [측정지점 : 경기도 여주시 점동면 뇌곡1리 과수재배지]



토양수분 모니터링 결과

- 토양수분 모니터링 자료 신뢰도 검증
- ➔ 인근 AWS [장호원 지점] 강우 자료를 통한 토양수분 거동 평가 실시



연구 결과

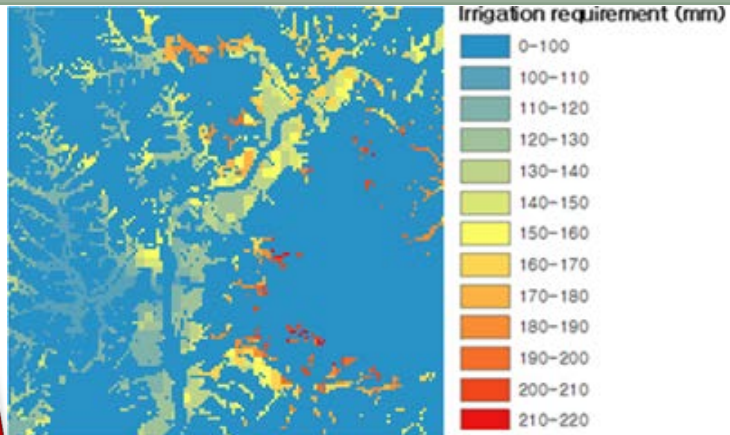
농림 생태계 관리를 위한 물 사용 예측정보 서비스 개발

◆ 농경지 필요수량 예측 모듈 개발

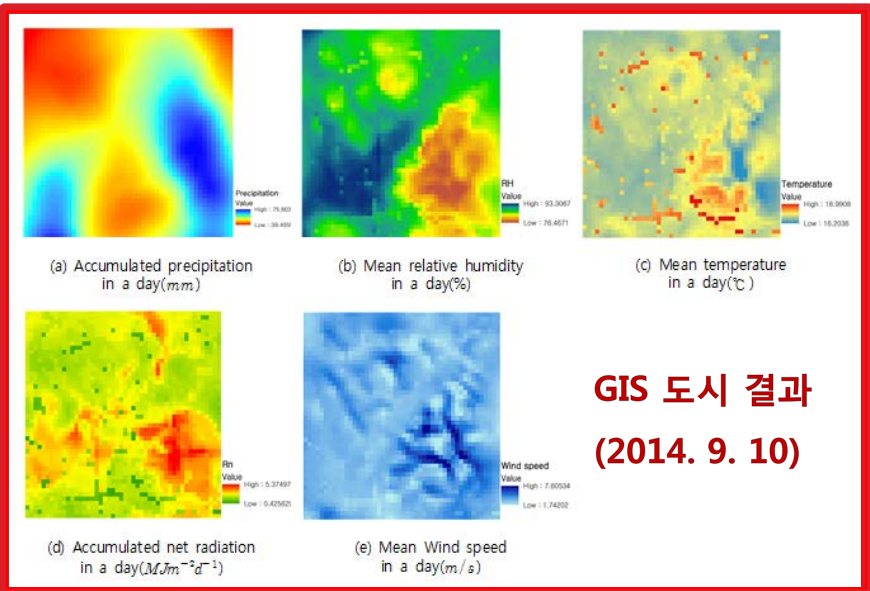
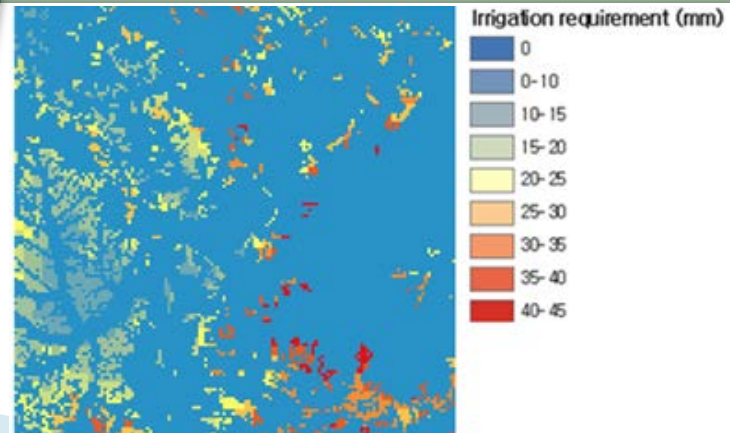
WRF 기상자료 토양 물수지 모형 적용

- WRF 기상인자 [강우량, 순복사량, 풍속, 기온, 상대습도] 활용
- 해상도 : 270m × 270m
- 모의 기간 : 2014. 9. 10 - 2014. 9. 29 [20일간]
- 모의 지역 : 경기도 여주시 청미천 부근 [12.97km² × 12.97km²]

논 지역 필요수량 산정 결과



밭 지역 필요수량 산정 결과



“모델러도 관측을 잘 알아야...”

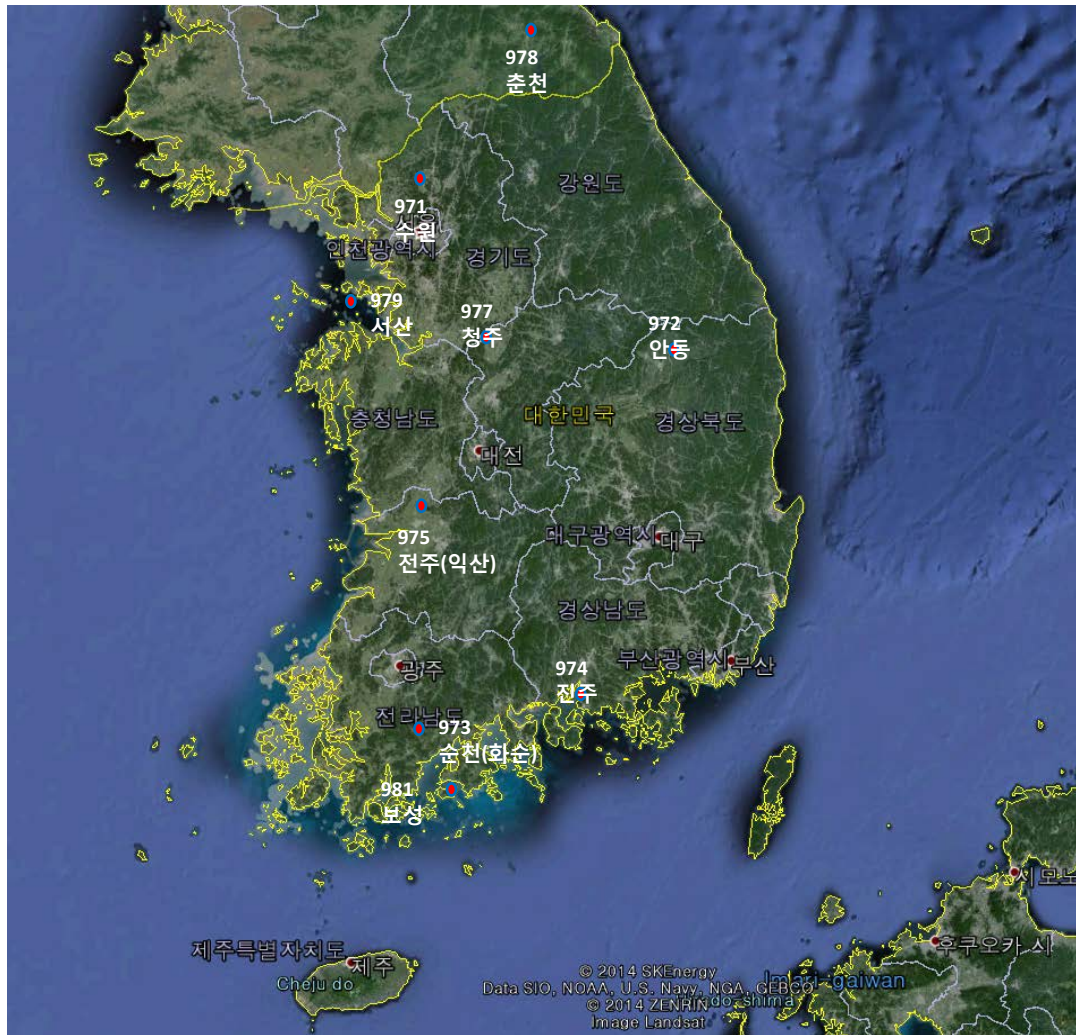


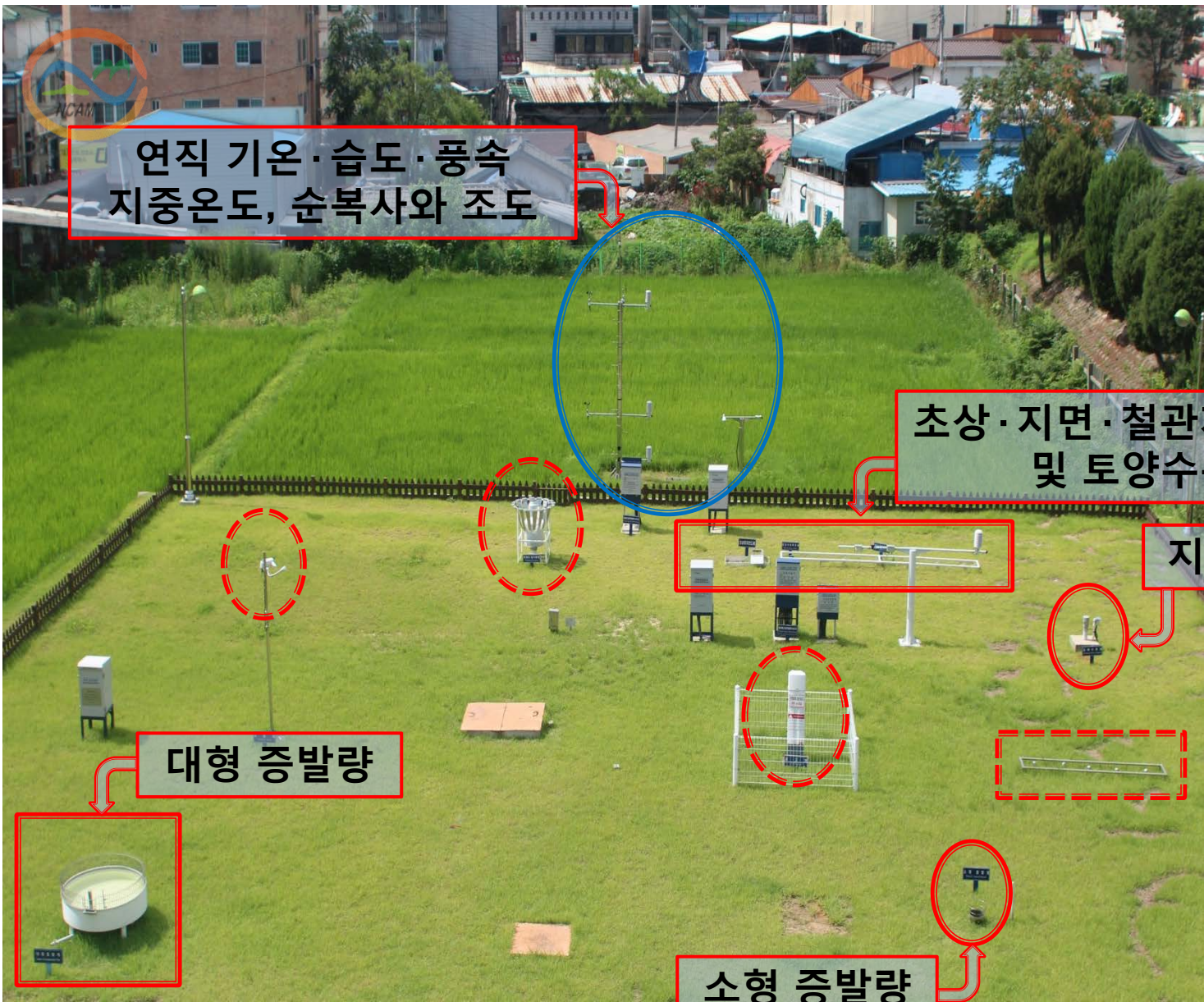
기상청의 농업기상 관측과 자료처리

이승재
sjlee@ncam.kr

국가농림기상센터
(National Center for AgroMeteorology)

최성원, 이승재, 김 준, 이병렬, 김규량, 최병철, 2015:
기상청의 농업기상 관측환경과 정기보고서: 현황 및 제언.
한국농림기상학회지, 17(2), 144-155.





연직 기온 · 습도 · 풍속
지중온도, 순복사와 조도

초상 · 지면 · 철관지중온도
및 토양수분

지하수위

대형 증발량



소형 증발량



971 수원기상대

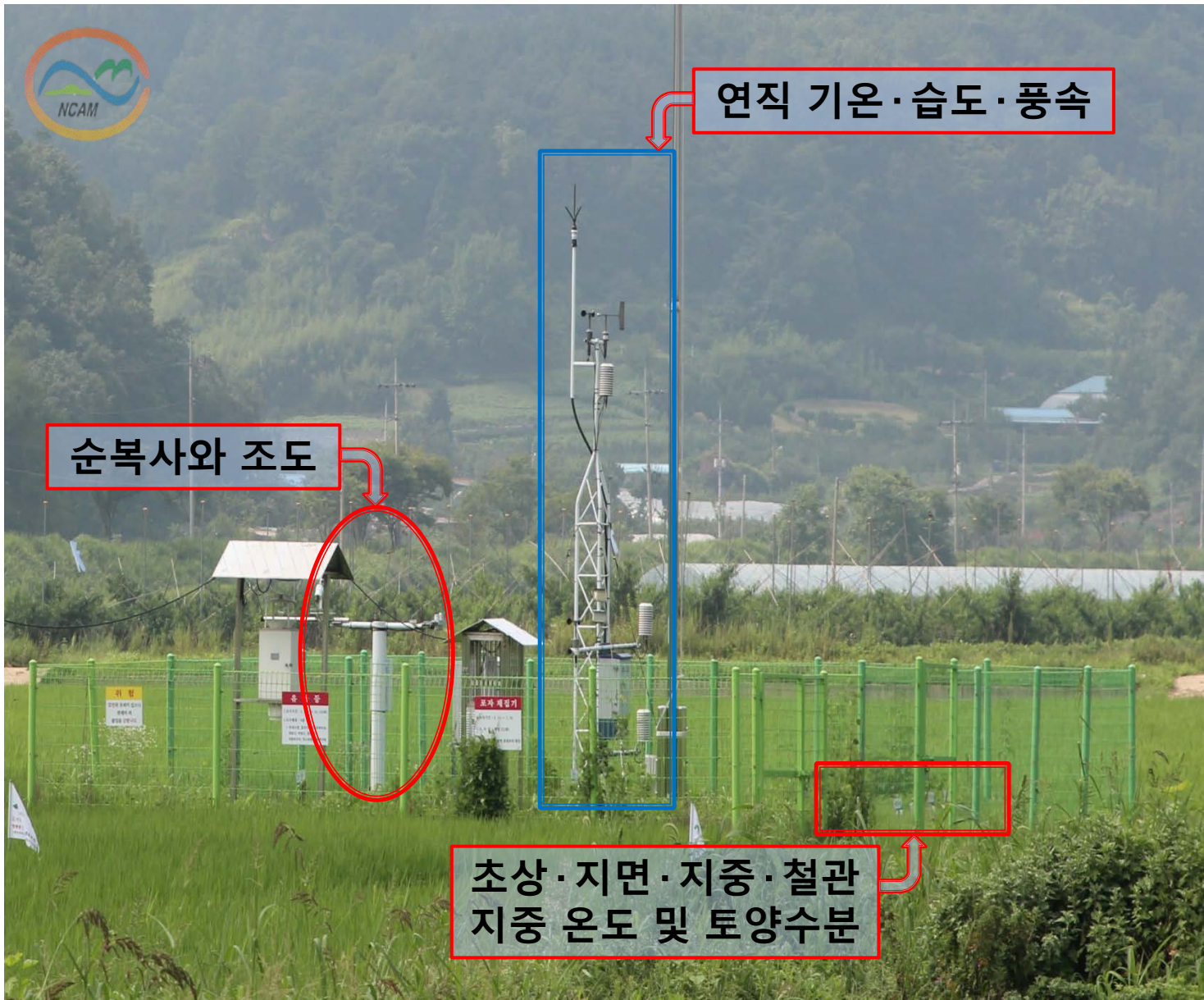


연직 기온·습도·풍속

순복사와 조도

초상·지면·지중·철관
지중 온도 및 토양수분

973 순천기상대
(화순군농업기술센터)





연직 기온·습도·풍속

강수량

초상·지면·지중·
철관지중 온도 및
토양수분

순복사와 일조시간

975 전주기상대
(전북농업기술원 - 익산)



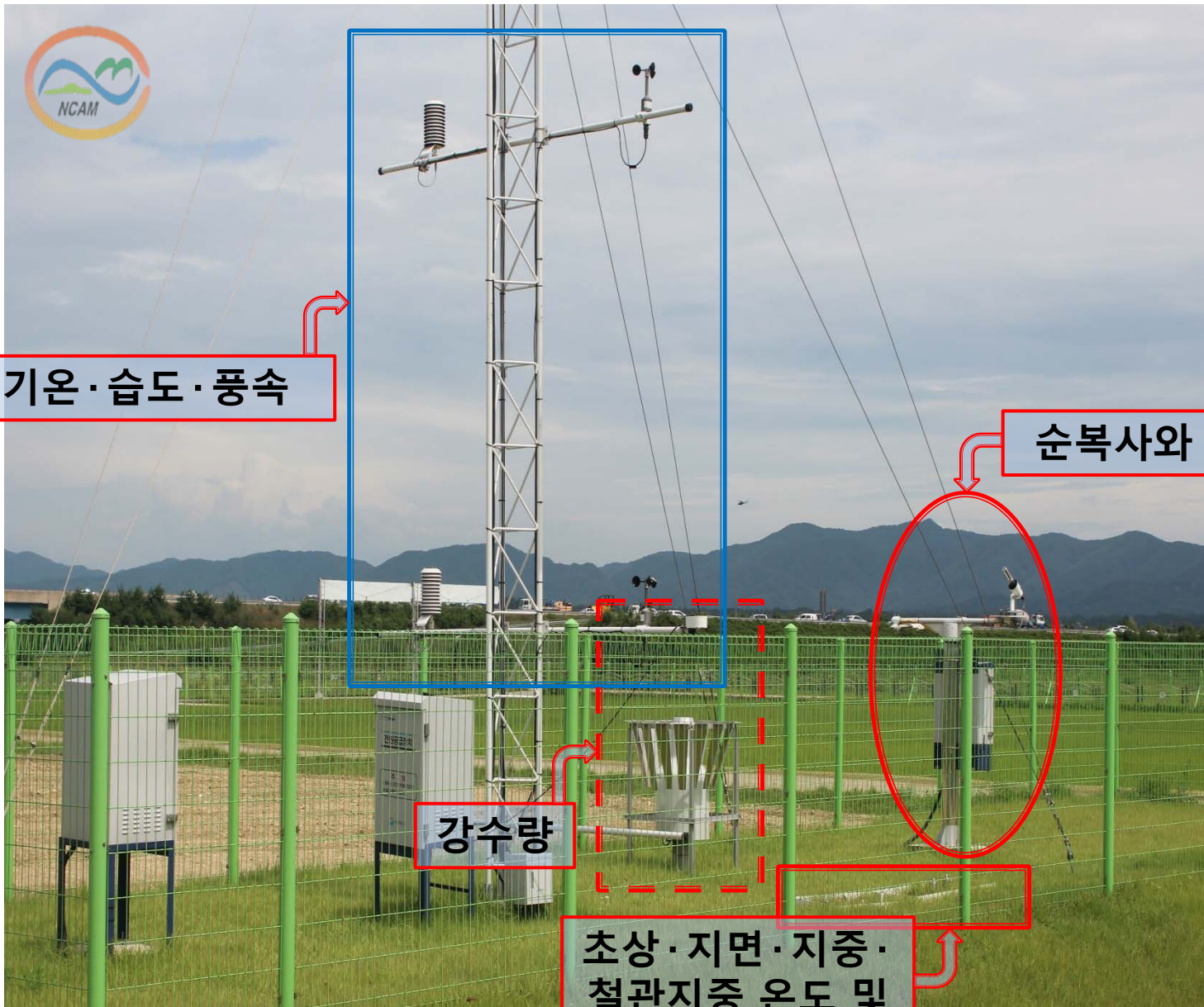
연직 기온·습도·풍속

순복사와 일조시간

강수량

초상·지면·지중·
철관지중 온도 및
토양수분

977 청주기상대
(충북농업기술원)



농업기상관측자료 품질관리

국가농림기상센터

이승재

오규림, 이승재, 최병철, 김 준, 김규랑, 최성원, 이병렬, 2015:
기상청 수원기상대 농업기상 관측요소의 품질관리.
한국농림기상학회지, 17(1), 25-34.

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)

(Physical range Check, PC)

장비의 기계적인 오차에 따른 오류 값 제거.
물리적 한계를 벗어나는 관측 자료는 결측 자료로 처리.
물리적 한계는 WMO 규정과 관측 장비의 관측 범위 참고.

- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검

- 품질관리 검사

1. 물리한계 검사
2. 빈도 분포 분석
3. 단계검사
4. 지속성 검사
5. 기후범위 검사
6. 중앙값 필터 검사
7. Barnes 기법(공간성 검사)
8. Cressman 기법(공간성 검사)

(Frequency distribution Check, FC)

월별 빈도 분포 분석 수행.

극단이상치를 결측으로 처리.

극단이상치는 $Q1-(3.0 \times IGR)$ 보다 작고,
 $Q3+(3.0 \times IGR)$ 보다 큰 값.

- 결측 복원(gap filling)

- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)

(Step Check, SC)

시간의 연속적인 자료에 대하여 이상 변동이 있는지 확인.

기준값은 최대변동량이며, 이는 여러 해의 자료를 통해 산출.

변동량이 최대변동량보다 크면 오류.

- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

(Flat line Check, FLC)

연속된 시간 동안 동일한 자료값 지속 여부 검사.
기준값은 최소변동량이며, 1년 이상의 자료를 통해 산출.

최소변동량은 0보다는 큰 최소값을 사용.
특정기간 동안 누적변동량이 최소변동량보다 작으면 오류.

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

(Temporal outliers Check, TC)

가우시안 분포로부터 얻은 표준편차(σ)와 평균(μ)을 이용하여 검사.

관측값이 평균 $\pm 2\sigma$ 를 초과하면 의심,
평균 $\pm 3\sigma$ 를 초과하면 오류.

최소 10년 이상의 자료를 통해 산출.

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)

(Median filter Check, MC)

연속적인 시계열 자료에서 짧은 시간동안의 급격한 비정상 자료 필터링.
홀수 횟수의 관측값의 중앙값과 해당 관측값의 차이가 일정 한계치를 초과하면 오류.
기준값은 과거 일정기간 동안의 표준편차.

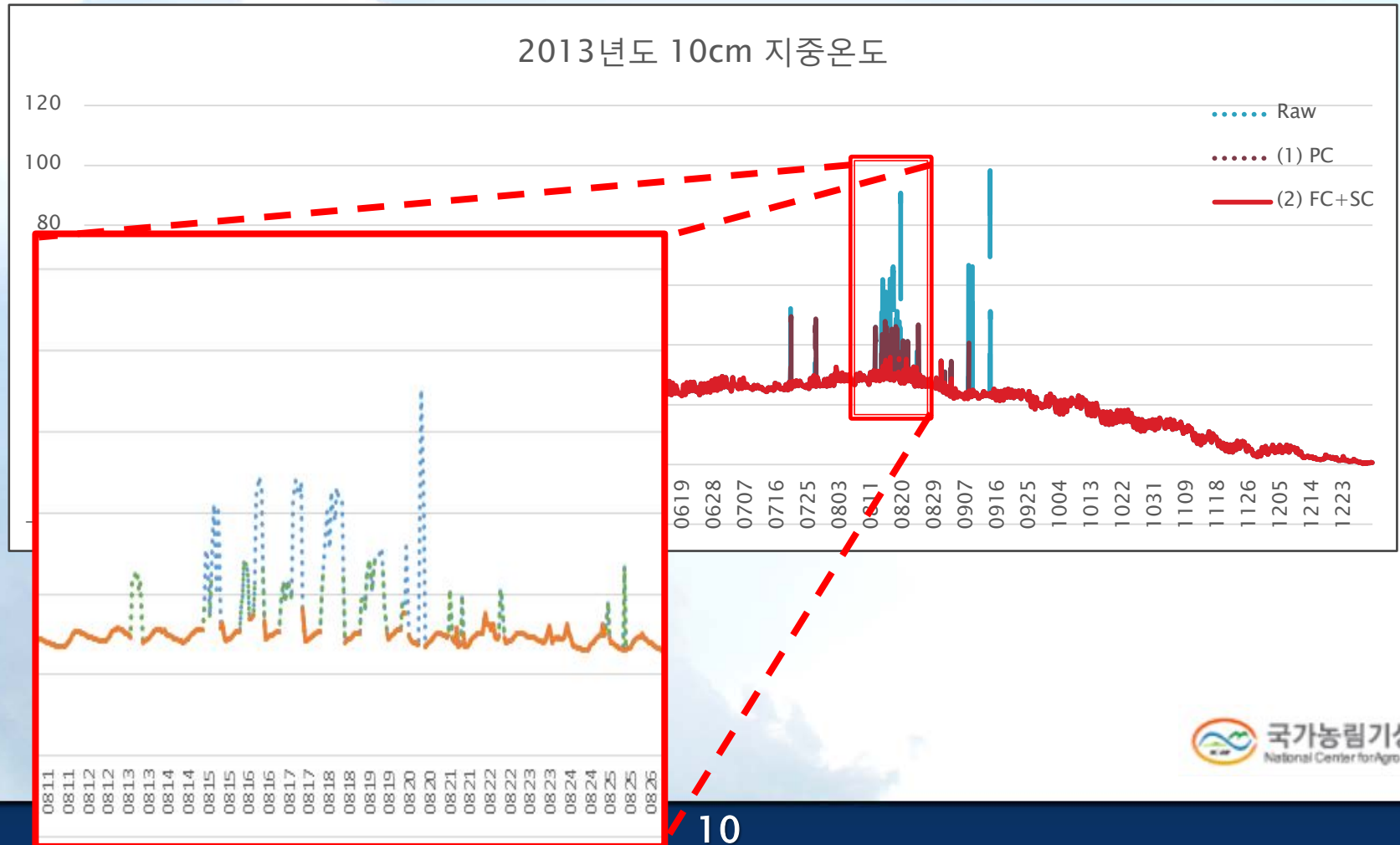
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

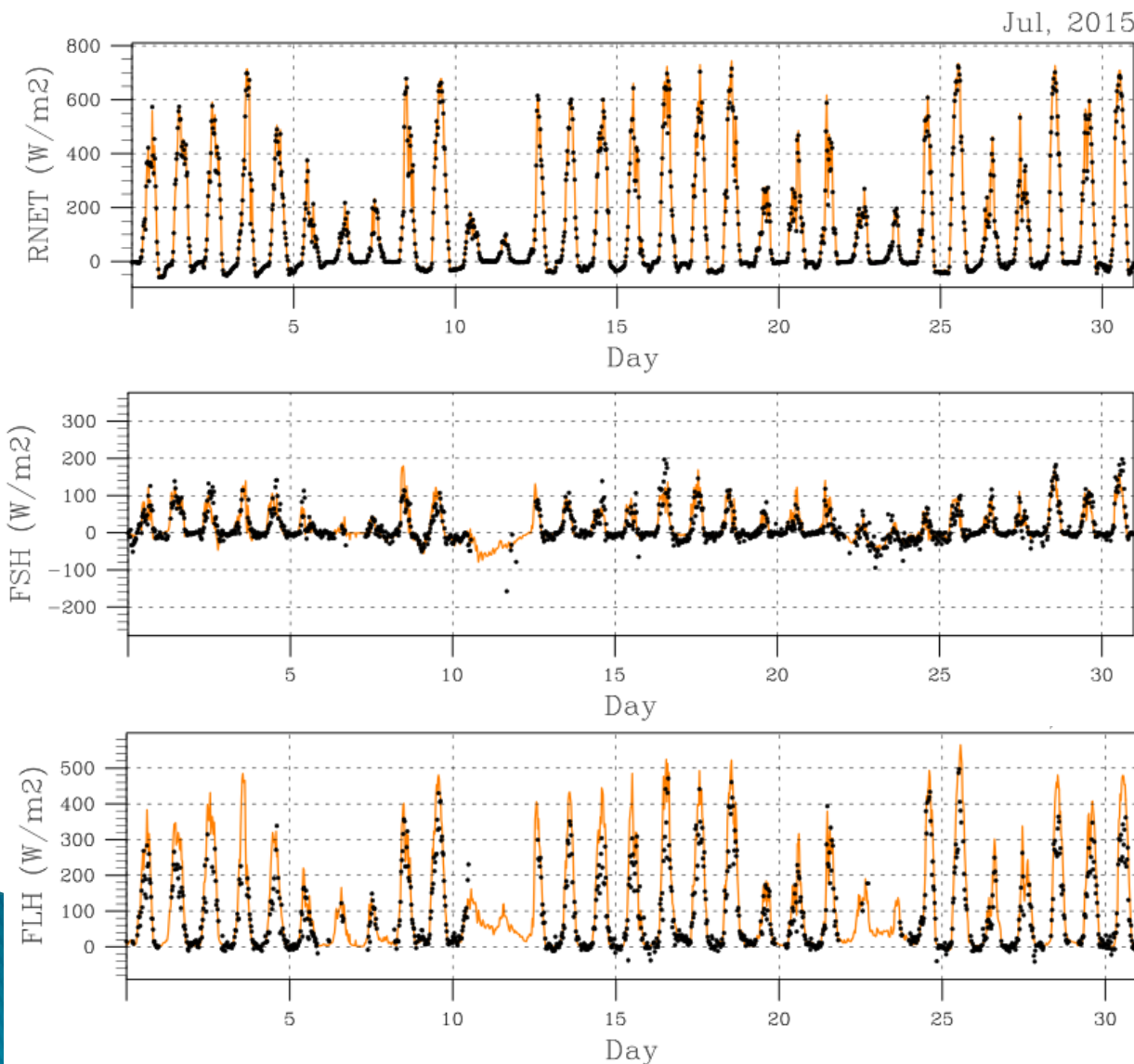
- Missing 자료 점검
- 품질관리 검사
 1. 물리한계 검사
 2. 빈도 분포 분석
 3. 단계검사
 4. 지속성 검사
 5. 기후범위 검사
 6. 중앙값 필터 검사
 7. Barnes 기법(공간성 검사)
 8. Cressman 기법(공간성 검사)
- 결측 복원(gap filling)
- 품질관리 재수행

국가농림기상센터의 농업기상관측자료 품질관리

✓ 2013년도 10cm 지중온도 (예시)



1-D Offline Noah-MP Simulation



오프라인 1차원
Noah-MP 모델 구축
및 옵션 구성 최적화

→ 표출 변수:
복사, 에너지 플럭스,
CO₂ 플럭스, 토양수분,
토양온도 등

→ 사이트별 연도별
모델 DB 생산

* JULES 1차원 모델

감사합니다

이 승 재
국가농림기상센터

APCC 초청 세미나 2016.03.29.화