

日本農業気象学会 75 周年記念大会 オーガナイズドセッション (OS-J4) 報告 「領域気象モデルを活用した農業気象研究の展開」

丸山篤志*・日下博幸**・柴田昇平***・佐々木華織*
大橋唯太****・植山秀紀*****・鈴木智恵子*****・萱場互起*****

* 農研機構 農業環境変動研究センター
** 筑波大学
*** 農研機構 九州沖縄農業研究センター
**** 岡山理科大学
***** 農研機構 西日本農業研究センター
***** 海洋研究開発機構
***** 気象庁

Report on the organized session at the 75th Anniversary Symposium of
the Society of Agricultural Meteorology of Japan, entitled as
“Development of agrometeorological study using regional atmospheric model”

Atsushi MARUYAMA*, Hiroyuki KUSAKA**, Shouhei SHIBATA***, Kaori SASAKI*,
Yukitaka OHASHI****, Hideki UEYAMA*****, Chieko SUZUKI***** and Nobuyuki KAYABA*****

*Institute for Agro-Environmental Science, NARO
**University of Tsukuba
***Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, NARO
****Okayama University of Science
*****Western Region Agricultural Research Center, NARO
*****Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)
*****Japan Meteorological Agency

1. 概要

日時：2018年3月15日 9:00-11:00

場所：九州大学伊都キャンパス 椎木講堂

オーガナイザー：丸山篤志（農研機構 農業環境変動研究センター）

講演：

1. 領域気象モデルの発展と今後の課題－農業研究での利用可能性（基調講演：日下博幸）
2. WRFを用いた農業気象警戒情報の作成と発信（柴田昇平）
3. 領域気象モデルを用いた局地風の解析（佐々木華織）：急用により当日発表は中止
4. メソ気象モデル WRF を利用したカンキツの寒害リスクのシミュレーション（大橋唯太）
5. WRF による過去 30 年の気象庁全球数値予報モデルと同等データの作成（植山秀紀）
6. 領域気象モデルによる農地の熱環境のシミュレーション－水田灌漑の影響評価（丸山篤志）

7. 近年の関東域における土地利用変化が地上気温の変化に及ぼす影響の評価（鈴木智恵子）
8. 気象庁ヒートアイランド監視に用いる人工排熱量について（萱場互起）

2. 趣旨

気候変動にともなう異常高温や豪雨、台風などの大気現象は、各地域の農業に様々な形で影響をおよぼしている。一方で、農地における灌漑や作目・作期の変更など土地利用の変化も、地表面の熱・水交換過程の変化を通じて、地域の気象に影響をおよぼしている。近年、メソスケールにおける地形や土地利用を考慮した大気の数値モデル（領域気象モデル）が急速に発展している。中でも、米国大気研究センター（NCAR）と米国環境予測センター（NCEP）によって開発が進められている Weather Research and Forecasting (WRF) Model は、ソースコードが一般公開されており、誰でも自由に利用することができる。そのため、農業研究でも領域気象モデルを予測や解析のツールとして比較的容易に利用できる環境が整ってきた。そこで、本セッションでは、そのような領域気象モデルを利用した研究テーマの発表を募集し、地表面－大気間の相互作用、強風やフェーンなどの局地気象、気象データ作成やダウン

スケールなど、それぞれの課題における情報交換を通じて、同モデルを活用した農業気象研究の今後の展開を探ることを目的とした。

3. 発表内容

3.1 領域気象モデルの発展と今後の課題

日下 (筑波大学) は、領域気象モデルのレビューと最新の成果を紹介した。はじめに、領域気象モデルの過去から現在までの歴史を紹介した。次に、農業気象分野で古くから研究されてきた阿蘇まつぼり風やフェーンを題材にして、このタイプのモデルが農業気象研究にどのように利用できるのか、実際の気象をどの程度再現できるのかに着目して解説した。まつぼり風のような複雑な地形で吹く局地風のさらなる理解のためには、空間解像度が数百 m のシミュレーションが有効であり、フェーンのような空気塊の移動経路が重要となる場合は数分間隔で三次元データを出力した上で解析する必要があることを示した。加えて、これらはモデルとスーパーコンピュータの発展によって可能となったことを強調した。最後に、領域気象モデルによって発見されたフェーンの最新のメカニズムを紹介し、モデルの長所と有用性について解説した。質疑応答では、局地風以外の利用方法、例えば気候予測への応用の可能性などについて議論が交わされた。

3.2 局地気象やリスク情報に関する研究における活用

柴田 (九州沖縄農業研究センター) は、WRF を用いた気象予測に基づく農業気象警戒情報の作成と発信について研究を紹介した。はじめに、水稻に乳白粒を発生させるフェーンの強さと継続時間のしきい値をもとにした九州北西部域での予報実験の経過を紹介した。次に、佐賀県のカンキツ園において、WRF に標準装備された地表面モデルの出力のひとつである植物群落水分量から樹体の濡れ時間を推定できることを示した。最後に、この濡れ時間の予報値を活用して、西日本の主要なタマネギ産地である佐賀県白石町、兵庫県南あわじ市において、2018 年に猛威を振るったタマネギべと病の二次感染の予報実験に取り組んでいることを紹介した。質疑応答では、落葉果樹の濡れ時間を推定できる可能性について議論が交わされた。

大橋 (岡山理科大学) は、WRF を用いて冬季の寒波襲来がカンキツに及ぼす寒害リスクを検討した。カンキツの寒害に対するリスク要因を低温継続時間とし、 -1°C または -2°C 以下の積算時間を算出したところ、実際の統計データからこの低温継続時間が年間収穫量の増減と対応している品種が複数みられることを報告した。そこで、2011 年 1 月の寒波で愛媛県西部のカンキツに被害のみられた事例を対象に、寒害リスクをマップ化した結果を紹介した。モデル計算領域の水平解像度を 500 m に設定し、大気境界層を Large Eddy Simulation (LES) モードで計算することで、実際の樹園地ではアメダスを含むモデル格子点よりも低温継続時間が 2 倍近く長くなる特徴を示した。この結果を踏まえ、先述の低温継続時間と収穫減少量の統計的關係を用いて、特定品種の減収リスクを 500 m 解像度でマップ化する提案も示した。

3.3 気象データの作成やダウンスケールの研究における活用

植山 (西日本農業研究センター) は、気象庁の全球数値予報モデル (GSM: Global Spectral Model) から得られる上層気圧面と地上との温位差による気温推定手法 (Ueyama, 2013) を GSM のない過去や平年値の作成に適用するため、WRF により GSM と同等のデータの作成を試みた。作成したデータは、北海道から沖縄に至る日本の全領域における解像度 20 km, 期間は 1986 ~ 2015 年で、農林水産研究情報総合センターの分散型クラスタシステムによる 128 並列の計算による 1 年分の計算時間は約 11 時間であることを報告した。スーパーコンピュータの利用は、情報インフラの急速な発展にともない容易になりつつある。従来 of 農業研究における気温の評価は、地形因子解析、距離重み付け、スプライン補間等の統計的な手法により実施されてきたため、地表の気温に影響を及ぼす要因を特定することが困難な場合があった。しかし、物理モデルに基づく WRF 等の領域気象モデルによるダウンスケールの結果が容易に得られることで、地表の気温をより詳細に評価可能になることが期待できる。質疑応答では、気象庁の全球数値予報モデルとの連続性について質問があり、異なるモデルによるデータ間の調整方法など議論が交わされた。

3.4 地表面-大気間の相互作用の研究における活用

丸山 (農業環境変動研究センター) は、WRF を用いて水田灌漑が広域の気温に及ぼしている影響の推定を試みた。WRF で用いられる地表面モデル Noah-LSM (Chen *et al.*, 1996; Ek *et al.*, 2003) において、国土数値情報の土地利用区分が水田のグリッドで土壌水分を飽和させることで擬似的に灌漑の条件を再現できることを示し、関東地域を対象に広域の気温に対するその影響を見積もった。その結果、水田灌漑によって夏季 (8 月) の最高気温の月平均値は $0 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 低下しており、特に埼玉県北部において温度低下が顕著であることを報告した。さらに、関東の複数地点における気温の比較観測から、水田と近隣アメダス地点の間に最大 4°C の最高気温の差がみられる事例を紹介し、灌漑を考慮した領域気象モデルを用いることで、その温度差の半分程度を説明できることを示した。

鈴木 (海洋研究開発機構) は、WRF を用いて、最近約 30 年間の土地利用の変化が地上気温の変化に及ぼす影響の評価を試みた。国土数値情報の土地利用細分メッシュデータの 1976 年版と 2009 年版を利用して土地利用データの年代だけを変更し、夏季 (8 月) の関東地方を対象とした感度実験を行った。その結果、大気データは同じであっても地表面状態を約 30 年前に変更したことにより、平野部の地上気温の月平均値は約 0.5°C 低下することを示した。どの地域も日中と夜間では夜間の方が気温低下は明瞭にみられ、気温低下の特に大きい地域が夜間は北関東だけでなく南関東にも拡大するなど、日中と夜間で異なる特徴がみられることを報告した。さらに、海風侵入時刻における海風弱体化や、気温低下の大きい地域において境界層高度が数十 m 低下することも示した。

萱場 (気象庁) は、気象庁でのヒートアイランドの監視と分析に用いられている都市気候モデルによるシミュレ

ションを紹介した。シミュレーションでは、大気や地形の状態のほか、土地利用や人工排熱量も加味して全国の主要都市圏を対象に都市化の影響を評価しており、人工排熱量については既存データ（妹尾ほか, 2004）と地域メッシュデータ（人口数や事業所数、および国土数値情報土地利用データ）を利用して重回帰分析により推定した月毎で時別の値を用いていることを解説した。また、この人工排熱量は、都市の規模（人口等）に依存し、日中は産業活動、夜間は生活活動の寄与が大きい日変化が示されるなど人間のライフスタイルも表現されており、8月の晴天日のシミュレーションでは、東京で日中に約0.5℃の影響があることを示した。質疑応答では、交通量の違いなど人工排熱量を評価する際の不確実性の課題について議論が交わされた。

4. おわりに

農業気象分野では古くから観測を主体とした局地気象や群落微気象の研究が行なわれており、数多くの研究知見や知識が蓄積されている。領域気象モデルは、これら観測から得られた現象の解釈、あるいは大規模な土地利用改変など観測が困難な場合の事象を推測するのに役立つだろう。セッションでは、モデルの結果から推測された事象や仮説を観測によって実証するという新たな研究展開の可能性も示された。今後の農業気象分野において、観測上の技術と同様に、領域気象モデルに関わる技術や知識が蓄積され、本格的な活用が広がることを期待したい。また、セッション

ンには、具体的に研究での利用を検討している参加者も多く、深い関心が寄せられていることがうかがえた。質疑応答も領域気象モデルの応用や今後の可能性に関わる発展的なものが多く、有意義であったと感じる。この場を借りて参加者ならびに大会関係者に深く感謝いたします。

引用文献

- Chen F, Mitchell KE, Schaake J, Xue Y, Pan H-L, Koren V, Duan QY, Ek M, Betts A, 1996: Modeling of land-surface evaporation by four schemes and comparison with FIFE observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **101**, 7251-7268.
- Ek MB, Mitchell KE, Lin Y, Rogers E, Grunmann P, Koren V, Gayno G, Tarpley JD, 2003: Implementation of Noah land surface model advances in the National Centers for Environmental Prediction operational mesoscale Eta model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **108**(D22), 8851.
- 妹尾泰史・神田 学・木内 豪・萩島 理, 2004: 潜熱割合を考慮した人工排熱時空間分布の推計と局地気象に対する影響. 水工学論文集 **48**, 169-174.
- Ueyama H, 2013: Classification of recent studies by method type for surface air temperature map development and estimation of daily temperature using a radiative cooling scale. *Journal of Agricultural Meteorology* **69**(3), 215-227.