

Numerical Experiments for Climate-moderating Function of Agricultural Land Using a Coupled Model on Land-Atmosphere Interactions

Kimio Inoue¹, Fujio Kimura², Hiroyuki Kusaka², Minoru Yoshikawa³, Nobuhisa Goto³,
Hiromitsu Kanno⁴, Kaori Sasaki⁴, Genji Ohara¹ and Kou Nakazono¹

Summary

Recently, a model has been developed for evaluating agriculture's potential for easing human effects on the climate (the regional climate model), which provides highly accurate evaluation. The software for applying this model is run on a Microsoft Windows XP (or Windows 2000) operating system (OS) environment. All steps of the model's application, ranging from initial calculations to final conclusions, are mediated by a graphic user interface (GUI).

First, this model's accuracy of estimation and ease of manipulation were assessed. Data on wind direction, wind velocity distribution, atmospheric temperature distribution, thermal balance characteristic, etc., obtained with this model were compared with the AMeDAS data and rice field detailed weather data at Mase, Tsukuba City. Weather environments on various spatio-temporal scales were well reproduced using the model in varying weather conditions and throughout the paddy rice cultivation season, suggesting its applicability to attempts at modifying land utilization and for other purposes. It was confirmed that the GUI functioned satisfactorily and was easy to manipulate throughout all steps of use.

Next, the scope of the model's applicability was evaluated. According to estimation with this model, the degree of temperature rise at noon on a fine summer day in areas around Yoshikawa and Misato City in Saitama Prefecture (areas undergoing marked changes in land utilization) was about 0.7°C. The model was also applied to predicting the appearance/disappearance of the heat island phenomenon in Kanto District, predicting the weather in the Yamanashi Basin (for the purpose of coping with warming tendencies in areas where fruit trees are cultivated) and predicting local warming in Fukuoka Prefecture (where there has been intense urbanization in recent years). These applications yielded concrete data and supported the wide applicability of the model.

Key Words : Numerical Experiments, Climate modification, Land-use, Canopy model, TERC-RAMS

Received 30 April 2008 ; Accepted 7 October 2008

¹ National Agricultural Research Center

² University of Tsukuba

³ Mizuho Information and Research Institute

⁴ Tohoku Agricultural Research Center

方の濃紺色)は博多湾で、温暖域(下方の朱色)は有明海である。最低気温のシミュレーション結果を比較すると、両者の気温分布は酷似しているが、たとえば20年前の城島、三島の4.5~5℃に対して10年前は5.5~6℃と約1℃上昇している。同様に、最高気温のシミュレーション結果を久留米、小郡で比較してみると、20年前の6~6.5℃に対して10年前は7.5~8℃と約1.5℃の上昇となっている。これらは図14の欄外に示した1月の最高・最低気温およびシミュレーション実験条件とした最高・最低気温の日較差に近い値を示しており、シミュレーション結果の信頼性の高さがわかる。

つぎに気温差(DTR)が最大となる20時に注目すると、大川で10年前の6.5~7℃に対して20年前が3.5~4.5℃、八女が同様に5~6℃に対して2.5~3.5℃と2.5℃から3℃の上昇となっている。これらは上述した最低気温および最高気温の上昇量を明らかに上回っている。日没後の20時頃に、都市と

郊外の気温差が最大となるのは都市気候のひとつの特徴といわれているが、そのような傾向を示す結果である(Kusaka・Kimura, 2004;井上, 2006)。

本項で述べた擬似温暖化実験の結果について整理すると、10年前、20年前に対する最高気温や最低気温の分布は非常に似かよっており、それによると気温は有明海側で高く、博多湾および八女や黒木の中山間地で低くなる。日変化をみると、日没後の20時頃が市街地と郊外との気温の日較差(DTR)が最も大きくなる。これらの結果は気候シナリオ実験の結果と矛盾しないことから、温暖化が進んだ場合の局地気候への影響は基本となる温度場の上昇(気候シナリオ)に依存すると推察される(IPCC第4次評価報告書SPM, 2007)。さらに、現在開発中の気候シナリオ対応の気候緩和評価モデルを用いた実験を積み重ねることによって、多くの知見が得られるものと期待される(井上, 2007a, b, 2008a, b, c, d)。

まとめ

高い性能と操作性を有する最新の気候緩和評価モデル(領域気候モデル)が開発された。モデルの特徴、操作性、精度検証およびモデル実験に関して、つぎの知見が得られた。

- (1) 都市モデルと植生モデルを組み込んだ最新の気候緩和評価モデルが開発された。本システムをパソコンのOS WindowsXP (Windows2000でも利用可能)にインストールするだけで、エンドユーザはインターフェイスGUIを介して全国どこでも、計算から結果表示までの一連のシミュレーション実験ができるようになった。
- (2) 気候緩和評価モデルの精度が過去の夏季晴天日、冷害年、猛暑年における気温や風向・風速、熱収支配分のシミュレーション結果を用いて検討された。数多くの予測気温はアメダスとほぼ一致するが、風速は予測値がアメダスを上回る場合が多かった。熱収支項の潜熱フラックスは森林>水田>畑>都市の順に高く、土地利用別の熱収支特性がよく再現されていると判断されたが、森林のボーエン比は従来の結果よりも小さく、RAMSの森林サブモデルの改善が必要である。

水田群落を対象として、つくば市真瀬の水田観測データと比較検討した結果、本モデルは最低気温や潜熱フラックスで観測値と異なる場合もあったが、本モデルは田植から刈取りまで生育全般に適用できることがわかった。

- (3) 土地利用と気候緩和機能に関しては、水田の宅地化や畑地化に伴って、特に最低気温の上昇と高温域の拡大が予想され、気候緩和機能に明らかな低下が認められた。

交通網や道路網の整備が著しい埼玉県のさいたま市、吉川市、三郷市の周辺地域の温熱環境は1987年以降、確実に悪化し、それが首都圏で発生した熱い気塊を内陸部まで容易に進行させる可能性が示唆された。

- (4) 本モデルが関東地方における熱い気塊(高温域)の発生消長と海風前線との関係、山梨の果樹地帯における温暖化対策としての盆地気象の利用、温暖化が顕著な福岡の局地気象への影響評価等に適用され、モデルの有用性と具体的成果が過去の観測事実や関連する既往報告等との関連において考察された。