

衛星画像解析と気象数値実験による水田が積雲形成に与える影響の分析

京都大学大学院工学研究科	正員	○萬 和明
東邦ガス	正員	栗津浩介
京都大学防災研究所	正員	Kim Sunmin
京都大学大学院工学研究科	正員	立川康人
流出予測研究所	正員	椎葉充晴

**1 序論** 積雲の形成に地表面状態は少なからず影響する。灌漑農地について着目すると、Sato *et al.*<sup>1)</sup> は衛星観測によるリモートセンシングによって、Kawase *et al.*<sup>2)</sup> は気象モデルを用いて、中国 Hetao 地域における灌漑農地が雲発生を抑制する可能性を指摘している。

以上より、本研究では日本最大規模の灌漑農地を有する石狩平野を対象として、水田が積雲形成に与える影響を分析する。まず、衛星画像の解析により水田における積雲の発生特性を分析する。次に、数値気象モデルによる数値実験を行う。具体的には、水田の土地利用を変化させた実験を行い、水田が積雲形成にどのような影響を与えているかを分析する。

**2 衛星画像解析による雲発生頻度の分析** 石狩平野周辺における積雲形成の特性を調べるために、2008~2011年までのMTSATの可視画像を用いて雲発生頻度を算出した。

**2.1 雲発生頻度の算出** 本研究では、Sato *et al.*<sup>1)</sup> に倣い、可視画像から得られるアルベドがある閾値より大きい値となるとときに雲があると判定し、判定回数を総データ数で割ることで求められる割合を雲発生頻度とする。アルベドの閾値は、対象期間の最も小さい10個の値の平均値に0.1を加えた値とし、2ヶ月毎に時刻別に雲発生頻度を算出した。一例として図1(a)に5・6月12時の雲発生頻度の空間分布を示す。

**2.2 雲発生頻度の分析** 水田とその周辺での雲発生頻度を面的に比較するために、水田地域(図1(b)の青塗り領域)と周辺地域(同図赤塗り領域)の雲発生頻度の空間平均を計算し、横軸を時刻にとり図1(c)(d)に図示した。両図から、水田地域の雲発生頻度は概ね周辺地域より少なくなっていることがわかる。しかし、水田に水を張る6・7月の午前中には水田地域の雲発生頻度の方が周辺地域より多くなっている。以上より、石狩平野の水田とその周辺では積雲形成の特性が異なっていると言える。

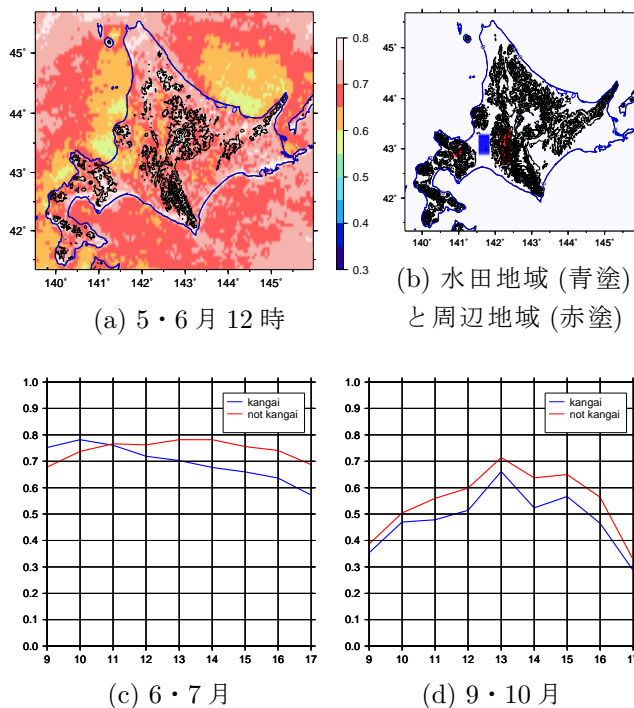


図1 2008~2011年の雲発生頻度

**3 数値気象モデルを用いた数値実験** 水田の存在が積雲形成に与える影響を分析するために数値気象モデルを用いた数値実験を行った。

**3.1 数値気象モデル CReSiBUC** 本研究で用いた数値気象モデルは、Souma *et al.*<sup>3)</sup> によって開発されたCReSiBUCである。CReSiBUCは気象モデルCReSS(Cloud Resolving Storm Simulator)に陸面過程モデルSiBUC(Simple Biosphere including Urban Canopy)を導入し、より詳細に陸面の状態を大気場に反映できるようにした雲解像の非静力学数値気象モデルである。

**3.2 計算条件の設定** 計算領域は、東経142度北緯43.5度を中心とした水平方向の空間解像度2kmの320km×320kmの範囲とし、鉛直方向の格子は300m間隔で45層に設定した。計算開始時刻は2011年6月5日0時とし、計算の時間間隔は4秒に設定した。

水田が積雲形成に与える影響を分析するために、土

キーワード 大気陸面相互作用, MTSAT, CReSiBUC, 水田, 積雲形成, 石狩平野  
 連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂CクラスターC1棟, 電話: 075-383-3363

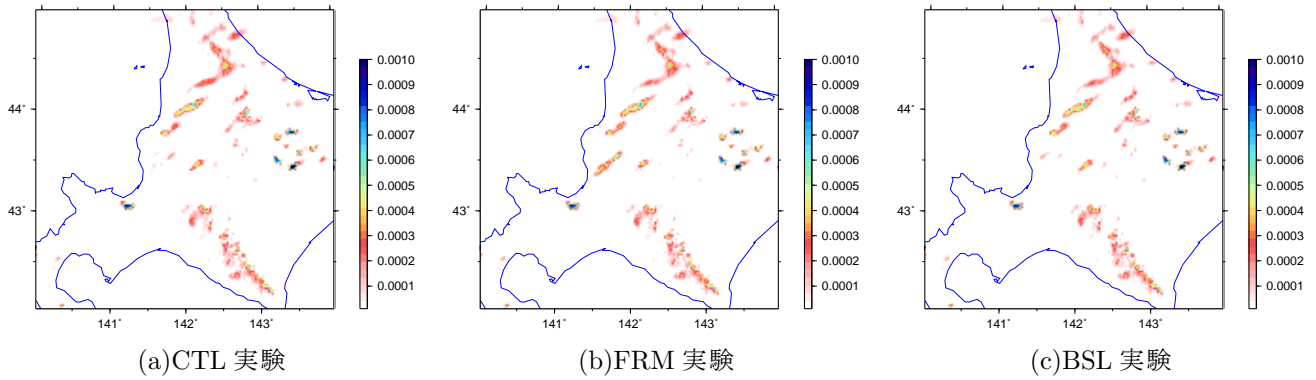


図2 2011年6月5日13時の雲水混合比推定値

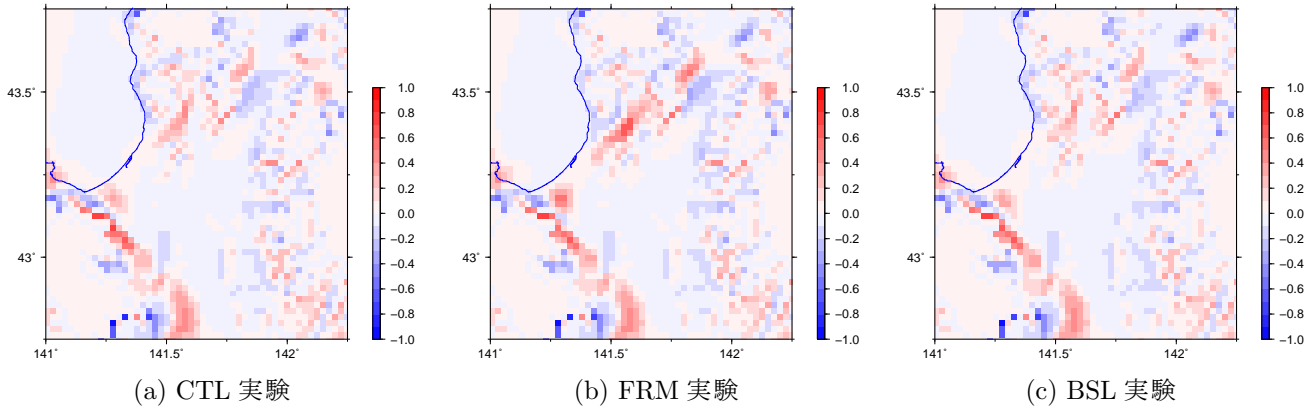


図3 2011年6月5日13時の高度600mにおける鉛直風速推定値

土地利用データとして国土数値情報 KS202 を使用する CTL 実験, 土地利用を水田から畑地に変更した FRM 実験, 土地利用を水田から裸地に変更した BSL 実験の3つの実験を行った.

**3.3 計算結果** 図2に2011年6月5日13時の雲水混合比推定値を示す. 同図(b)より FRM 実験では CTL 実験と異なり石狩平野北部で積雲が形成している様子がわかる. 一方, BSL 実験では CTL 実験同様, 石狩平野北部での積雲形成は見られない.

同時刻の高度 600 m における鉛直風速推定値を図3に示す. 同図(b)より FRM 実験では石狩平野北部で強い上昇流が発生していることがわかり, 同地域での積雲の発生はこの上昇流に起因するものだと考えられる. 土地利用を畑地に変更した地域で顕熱輸送が増加し, 収束が強化されたため上昇流が発生したのではないと思われる. 一方, BSL 実験では顕熱輸送は FRM 実験同様に増加したが, 粗度が小さいために地表面風速が強まり収束域が形成されなかったと推測している.

なお, 水田の土地利用を変更すると潜熱輸送が減少し地表面付近の水蒸気混合比は減少したが, 高度 600 m の水蒸気混合比は各実験で差が見られなかった(図省略). よって, 本研究の事例では水蒸気の供給源とし

ての水田の働きは小さいと考えられる.

**4 結論** 気象衛星 MTSAT の画像解析により石狩平野の雲発生頻度を分析したところ, 水田地域と周辺地域で雲発生頻度の特性に違いが表れた.

数値気象モデル CReSiBUC を用いて, 水田の土地利用を変更した数値実験を行った. その結果, 水田を畑地に変更した実験では石狩平野北部で積雲が形成された. これは, 顕熱輸送が増加し収束が強化され上昇流が発生したためだと思われる. したがって, 水田は地表面付近の熱的環境を変化させることで積雲の形成に影響を与えていると考えられる.

**参考文献**

- 1) Sato, T., F. Kimura and A. S. Hasegawa: Vegetation and topographic control of cloud activity over arid/semiarid Asia, *J. Geophys. Res.*, Vol. 112, D24109, doi:10.1029/2006JD008129, 2007.
- 2) Kawase, H., T. Yoshikane, M. Hara, F. Kimura, T. Sato and S. Ohsawa: Impact of extensive irrigation on the formation of cumulus clouds, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 35, L01806, 2008.
- 3) Souma, K., K. Sunada, T. Suetsugi, and K. Tanaka: The effect of urban area on a heavy rainfall event over Tokyo on August 5 2008, *Preprints of International Conference on MCSs and High-Impact Weather*, pp.353-356, 2011.