

巨大竜巻後に観測された電離圏擾乱

西岡未知^a, 津川卓也^a, 久保田実^a, 石井守^a
^a (独) 情報通信研究機構

研究背景

近年、GPS 精密測位や衛星通信に影響を与える電離圏の変動において、下層大気からの影響が無視できないことがわかってきた。しかし、電離圏の観測が不十分であったため、竜巻や台風など、極端な気象現象が電離圏に及ぼす影響はこれまで明らかにされてこなかった。我々は、世界中に展開されている GPS 受信機網を利用して電離圏全電子数 (Total Electron Content; TEC) 観測システムを構築した (<http://seg-web.nict.go.jp/GPS/DRAWING-TEC/>)。この TEC 観測システムを用いると、広範囲で高分解能な TEC の二次元マップが得られるため、電離圏内で発生する波動を詳細に捉えることができる。今回、この観測システムを利用して、2013 年 5 月にアメリカ合衆国オクラホマ州ムーア市に大きな被害をもたらした巨大竜巻の発生後に顕著な電離圏擾乱を捉えることに成功した。

観測結果および考察

2013 年 5 月 20 日に発生した巨大竜巻発生前後の北アメリカ大陸上空での TEC 変動成分 (20 分以下) を図 1a-1c に示す。図 1d-1f には、気象衛星 GOES の赤外雲画像を示しており、ムーア市に巨大竜巻をもたらした親雲である巨大積乱雲 (スーパーセル) の成長の様子が捉えられている。スーパーセルの発達約 3 時間後、ムーアを中心に同心円状の TEC 変動が発生し (図 1b)、アメリカ大陸全体に広がった (図 1c)。

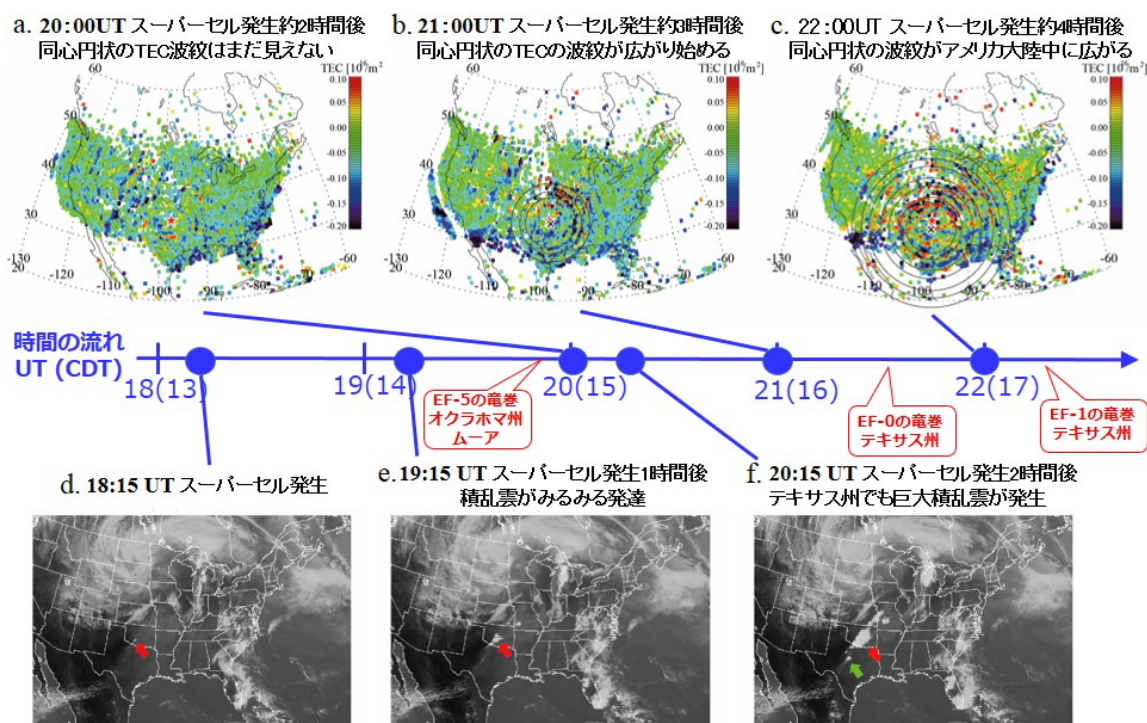


図 1. 巨大竜巻発生前後の北アメリカ上空での TEC 変動成分(20 分以下、1a-1c)および気象衛星 GOES による赤外雲画像(1d-1e)。

ムーア市の位置する経度における TEC 変動成分の緯度-時間断面図が図 2 である。スーパーセル発達約 3 時間後に出現した同心円状の TEC 構造は、約 15 分の周期で約 120m/s の速度で伝搬し、7 時間以上にわたって存在・伝搬し続けたことがわかる。この同心円状の TEC 構造は、スーパーセルの出現場所に対応しており、スーパーセル起源の重力波が TEC 変動となって現れたと解釈できる。

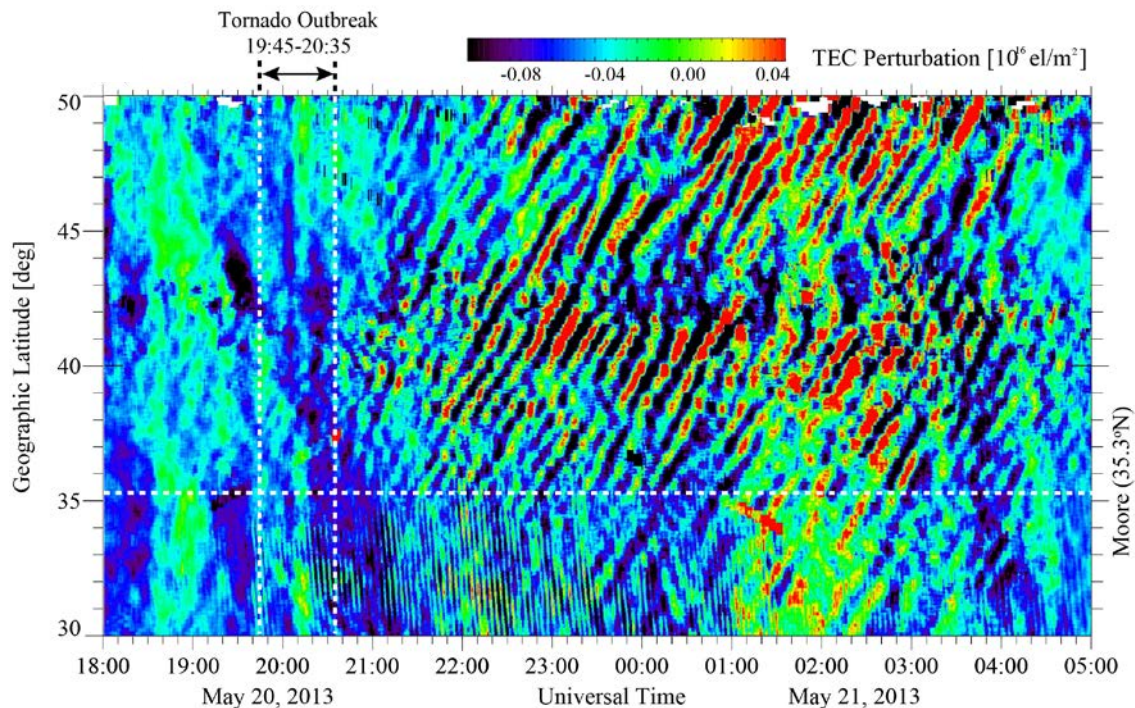


図 2. ムーア市の経度における TEC 変動成分（20 分以下）の緯度-時間断面図

また、ムーア上空から南方にかけて、短周期 TEC 振動も観測された（図 2）。短周期 TEC 変動の周期は約 4 分で、地上 - 熱圏下部での音波共鳴の周期とほぼ一致する。雲画像との比較により、短周期 TEC 振動はスーパーセルの直上で起きていることがわかり、短周期 TEC 変動はスーパーセルから出た音波が地面と熱圏下部の間で共鳴し、TEC 変動となって現れたと解釈できる。

今後の展望

今回の観測は、衛星測位や衛星通信等に影響を与える電離圏の変動に、下層大気がどのように影響を及ぼしているかの一端を示すものである。2012 年 5 月に、つくば市で発生した竜巻に対応して、波紋状の波が観測されたことも分かってきており、宇宙の観測を利用して、近年、日本で多発する竜巻の発生に関する情報が得られる可能性を示している。

References:

Michi Nishioka, Takuya Tsugawa, Minoru Kubota, and Mamoru Ishii, Concentric waves and short-period oscillations observed in the ionosphere after the 2013 Moore EF5 tornado, JGR, VOL. 40, 5581–5586, doi:10.1002/2013GL057963, 2013.