

巨大竜巻による電離圏擾乱：HF レーダーと GPS-TEC の同時観測結果

小川 忠彦 [1]; 西岡 未知 [2]; 西谷 望 [3]; 津川 卓也 [2]
[1] NICT; [2] 情報通信研究機構; [3] 名大 STE 研

Simultaneous observations of ionospheric disturbances due to giant tornado with HF radar and GPS-TEC network

Tadahiko Ogawa[1]; Michi Nishioka[2]; Nozomu Nishitani[3]; Takuya Tsugawa[2]
[1] NICT; [2] NICT; [3] STELAB, Nagoya Univ.

We present ionospheric disturbances due to a giant tornado. Three tornados are focused in this talk that happened on (1) 6 May 2012 with an Enhanced Fujita scale 3 (EF3) in Tsukuba, Japan, (2) 20 May 2013 with an EF5 in Moore, Oklahoma, USA, and (3) 31 May 2013 with an EF3 in El Reno, Oklahoma, USA. To detect the disturbances, we used the SuperDARN Hokkaido HF radar and the two SuperDARN Fort Hays HF radars in Kansas, USA, and total electron content (TEC) data from GEONET and a GPS network in USA. Main results are as follows: 1) For each tornado event, concentric ionospheric waves propagating away from a tornado area were observed with both the observation methods. 2) The waves exhibited velocities of 120 - 270 m/s, periods of 10 - 20 min and wavelengths of 140 - 300 km. These values obtained from the radar observations were not always consistent with those from the TEC observations. 3) The wave activity continued for about 7 hours.

2012年5月6日に茨城県筑波で Enhanced Fujita scale 3 (EF3)、2013年5月20日に米国オクラホマ州 Moore で EF5、2013年5月31日に同州 El Reno で EF3 の巨大竜巻が発生した。最大級の Moore 竜巻について、Nishioka et al. (2013) は全米 GPS 網で得られた全電子数 (GPS-TEC) データを解析し、時間とともに竜巻域から同心円状に広がっていく電離圏中の波動 (スーパーセルから発生した大気重力波: 水平波長 \sim 120 km、周期 \sim 13 分) と音波共鳴 (周期 \sim 4 分) による電離圏振動を発見し、対流圏中の異常な気象現象が電離圏プラズマに影響を与えることを明らかにした。

本発表では、上記三つの竜巻に注目し、SuperDARN 短波レーダーと GPS-TEC で同時観測されたデータを用いて電離圏擾乱の様子を明らかにする。使用したレーダーは北海道・陸別と米国カンザス州 Fort Hays に設置されている。GPS-TEC については日本の GEONET と全米 GPS 網のデータを用いる。TEC は電子密度の高度積分値であるが、HF レーダーでは高度約 250 km における電子密度の変動を捉えることができる。

主な結果は以下の通りである。(1) 竜巻域近傍を中心として同心円状に広がっていく波動構造は TEC データに見られるが、同様の波動伝搬は HF レーダーでも検出された。(2) 波動の継続時間は最大で7時間程度である。(3) El Reno 竜巻の例では、竜巻発生後に磁気嵐が発生したため、北東から南西に伝搬する中規模 TID (MSTID) により、竜巻由来の波動伝搬は途中で不明瞭になっている。(4) レーダーと TEC で観測された波動の伝搬速度は 120 \sim 270 m/s、周期は 10 \sim 20 分、波長は 140 \sim 300 km であるが、観測手法が異なるため、両手法による値は必ずしも一致しない。なお、このような値は 2011 年 3 月 11 日の東北沖地震発生後の 1 時間後から約 1.5 時間にわたって観測されている (例えば、Tsugawa et al., 2011; Ogawa et al., 2012)。F3 \sim F5 クラスの巨大竜巻の発生は過去にもかなりある (全米で 2007 年 2 月 1 日から 2013 年 5 月までに F5 クラスの竜巻は 9 例確認されている)。巨大地震に加えて、巨大竜巻による電離圏擾乱の解明は大気上下結合過程の研究に貢献するであろう。