

赤道電離圏/熱圏ダイナミクスとスプレッドF発生

Dynamics of equatorial ionosphere/thermosphere and onset of spread F

丸山 隆 [1]

Takashi Maruyama [1]

[1] 通総研・平磯

[1] Comm. Res. Lab./Hiraiso

1998年3月にWestPac電離圏観測キャンペーンの一環として、可搬型のイオノゾンデを用いてフィリピンのセブ島において電離圏強化観測を実施した。セブ島はほぼ磁気赤道に位置し、既存のマニラ観測所とは、経度方向に350 km程度離れている（セブが東に位置する）。二つの接近した観測点での観測結果を比較した結果、東西電場のevening enhancementには日々変動のほかに、局所的な変動のあることが分かった。局所変動は東西方向に大きな電子密度勾配を生み出すことになるが、観測されたスプレッドFの発生と東西方向の電子密度勾配に一定の関係のあることが分かった。

1. 序

磁気赤道付近の電離圏は、日没後にしばしば不安定となり、プラズマバブルが発生する。プラズマバブルはイオノゾンデでは強いレンジタイプスプレッドFとして観測され、衛星通信ではマイクロ波帯まで及ぶシンチレーションの原因となる。これまでの研究では、日没後の急激な電離圏高度の上昇と不安定性とのあいだに強い関係のあることが分かっている。日没によってE領域の電子密度が急激に減少することによって、F領域のダイナモ作用で日没線付近に電荷が集中し、東向き電場が強まる。いわゆる、電場のevening enhancementである。この東向き電場が $E \times B$ ドリフトで電離圏を高々度まで上昇させ、重力 $R - T$ 不安定を引き起こす。同時に東向き電場自体も $E \times B$ ドリフト不安定を引き起こす。これらの不安定性の相乗効果で、電離圏下端の密度揺らぎが増幅され、低密度部分が泡（バブル）となって急上昇する。

スプレッドFあるいは強い電離圏シンチレーションの発生を予測するには、電離圏高度の変化から上昇速度、すなわち東向き電場の強度を推定し、不安定性成長率を計算することが考えられる。電場のevening enhancementについては、大きな日々変動が知られているが、この変動の要因について、これまでのところほとんど原因が分かっていない。また、変動が局所的であるか、広い範囲で同じように生じているのか観測的研究もほとんどなされていない。

2. 観測結果

我々は、1998年3月にWestPac電離圏観測キャンペーンの一環として、可搬型のイオノゾンデを用いてフィリピンのセブ島において電離圏強化観測を実施した。セブ島はほぼ磁気赤道に位置し、既存のマニラ観測所とは、経度方向に350 km程度離れている（セブが東に位置する）。二つの接近した観測点での観測結果を比較した結果、evening enhancementには日々変動のほかに、局所的な変動のあることが分かった。局所変動は東西方向に大きな電子密度勾配を生み出すことになるが、観測されたスプレッドFの発生と東西方向の電子密度勾配に一定の関係のあることが分かった。

二つの観測所の間に最も大きな差が認められたのは、3月9日の例で、日没とともに、セブ、マニラ両観測所で高度上昇が始まり1100 UT (1900 LT)には300 kmを超えた。その後、マニラでは下降を開始し、1200 UT (2000 LT)には220 kmまで下がった。これに対して、セブではマニラでの下降開始と同時に下降を始めたが、1130 UT (1930 LT)に再び上昇に転じ、1210 UT (2010 LT)には330 kmまで達した。その後1時間で200 kmまで下降した。この例では、1200 UTの両観測所での電離圏高度差は110 kmに及んでいる。また、この間のスプレッドFの発生は、マニラでは高度が下降始めてから15分後、セブではこれより20分早く、電離圏高度が最も高いときであった。マニラでスプレッドFが開始したときの両観測所の高度差は40 kmであった。

3. 議論

一般に、日没付近の熱圏風は100 ~ 150 m/sec程度で東向きである。上の観測例では東側の電離圏高度が高いので、電離圏下端には上向きの電子密度勾配と同時に西向きの電子密度勾配が存在する。このようなとき、水平東向きに速度を持つ中性大気粒子とイオンの衝突の結果生ずるイオンドリフトは電子密度揺らぎの中に局所電場を作り出し、不安定性を増長させる向きであることが示される。すなわち、evening enhancementの局所的な変動がスプレッドFの発生に重要な寄与をしていることが示唆される。次にevening enhancementの局所変動の原因であるが、我々の二地点での観測だけで確たる結論は出せないが、下部熱圏大気中の局所的な波動と、日没線と同時に西へ480 m/secの速度で進むevening enhancement領域とが相互作用することが推測される。

4. まとめ

今回のセブにおける電離圏強化観測の結果、赤道スプレッドFの発生および熱圏電離圏の相互作用について新しい知見が得られた。今後の発展のためには、磁気赤道に沿って100 ~ 500 km離れた3個所以上のイオノゾンデ観

測が切望される。また、赤道スプレッドFすなわちマイクロ波帯まで及ぶ強い電離圏シンチレーションの発生を予測するには、1地点だけの電離圏モニターでは不十分であることが示された。