

地震発生に伴う標準電波 (JJY) の位相変化

中田 裕之 [1]; 鈴木 裕也 [2]; 鷹野 敏明 [3]
[1] 千葉大・工; [2] 千葉大工; [3] 千葉大・工

Phase variation of the time calibration signal (JJY) associated with earthquakes

Hiroyuki Nakata[1]; Yuya Suzuki[2]; Toshiaki Takano[3]
[1] Grad. School of Eng., Chiba Univ.; [2] Grad. School of Eng., Chiba Univ.; [3] Chiba Univ.

<http://katla.nd.chiba-u.jp/~nakata/>

On Nishichiba Campus of Chiba University, we had observed the time calibration signal, JJY, transmitted from Otakadoya-yama transmitting station in Fukushima Prefecture during 2011. The phase delay and signal intensity were observed. Since the phase delay is related to the length of ray path, the variation of ray path is estimated from the variation of the phase delay. The ray path of a space wave, which is reflected at the ionosphere, is determined by the height of the ionosphere and the distance between the receiver and the transmitter. Therefore, the variation of the ray path of the space wave is associated with the up-and-down motion and/or the vertical distribution of the ionospheric electron density. As for this observation, not only the space wave but the ground wave, which propagates along the surface of the ground, reached to the receiver because the distance between Otakadoya-yama transmitting station and Nishichiba Campus is 204 km. Therefore, the separation of the space wave from the ground wave was necessary. For separation, we used a crossed loop antenna, whose planes are perpendicular each other and one of whose plane faces to the transmitter.

The midpoint between Otakadoya-yama transmitting station and Nishichiba Campus is the northern part of Ibaraki Prefecture. In this study, we analyzed the earthquakes whose epicenters are located within 300 km from the midpoint. As a result, the variation of the phase delay associated with the earthquake (2010/6/16 19:44 M4.0) whose epicenter is located 15 km from the midpoint was detected. The delay is almost equal to 1 wave length, which corresponds to 7.5 km. Assuming that the variation is due to the height variation of the ionosphere, this delay is equivalent to the 7 km uplift of the ionosphere. The seismometer showed that the ground level went down at first, and then moved upward largely. Thus, the uplift of the ionosphere was due to this variation of the ground. From the fact that the phase delay associated with M4.0 earthquake was observed, the LF observation is very sensitive to detect earthquakes, but covers very limited area close to the epicenter.

Now, we have restarted the observation. As a future work, the relation between the phase delay and the earthquake would be studied.

2010年のほぼ1年間、千葉大学西千葉キャンパスにて、福島県おたかどや山送信所より送信されている標準電波 (JJY) の観測を行った。観測では、標準電波の位相遅延量と受信強度を測定した。特に位相遅延は、電波の伝搬経路長に関係しており、位相変化から伝搬経路長の変化を推定することが可能である。電離圏で反射して到達する空間波の場合は、伝搬経路長の変化は、電離圏における反射高度変化に対応すると考えられ、電離圏の上下動または、電子密度変化を反映している。西千葉キャンパスとおたかどや山送信所との距離は204kmであり、この距離は空間波と電波が直接到達する地表波が混在する距離である。そのため、地表波と空間波の分離が必要となるが、送信方向に向いた面を持つループアンテナとそれに直角なループアンテナにより分離可能である。

電波の反射点に相当する中間点は茨城県北部であり、本研究では、中間点から距離300km以内に震源を持つ地震に伴う、標準電波の位相・受信強度変化について解析を行った。その結果、中間点から15kmの地点に震源を持つM4.0の地震(2010年6月16日19:44発生 震源位置:北緯36度22.2分、東経140度34.4分)に伴い、位相・受信強度変化が観測された。地震に伴い、位相は約1波長分遅れており、このことから伝搬経路長が約7.5km変化したことが分かる。この変化が電離圏の上下動に伴うものであると仮定すると、電離圏が約7km上昇したことになる。電離圏変動の発生源は、地震に伴う地面の揺れであると考えられるが、今回の地震では、地震計データより、地面が下に変位した後、大きく上昇しており、その影響で電離圏も上昇した可能性が高いと考えられる。M4程度の地震において、このような位相変化が観測できていることから、LF帯電波を用いた電離圏変動の観測は極めて感度がよいことが示されたが、今回の地震以外では、同様な位相・振幅変化は観測されていないことから、きわめて中間点に近い地震に対して有効であると考えられる。

今回の結果を受け、標準電波観測を再開した。今後もデータを蓄積し、多くの地震に対して解析を進めていきたいと考えている。