

GNSS-TEC 法で見る、最近の火山噴火に伴う電離圏擾乱

中島 悠貴 [1]; 日置 幸介 [2]

[1] 北大・理・自然史; [2] 北大・院理・自然史

Ionospheric Disturbances Excited by Recent Volcanic Eruption With GNSS-TEC

Yuki Nakashima[1]; Kosuke Heki[2]

[1] Natural History Sciences, Hokkaido Univ; [2] Hokkaido Univ.

GNSS-Total Electron Content (TEC) method is a useful tool to observe the ionosphere. We observed ionospheric disturbances caused by the lower atmospheric resonance excited by two recent Plinian volcanic eruptions. In the case of the 2014 eruption of the Kelud volcano, Indonesia (Nakashima et al., submitted), the lower atmospheric resonance excited by the continuing eruption caused long-lasting harmonic oscillations not only in the ionosphere but also in the solid earth. This year, we add the new case of the 2015 eruption of the Calbuco volcano, Chile. Two large eruptions occurred at the Calbuco volcano over the days 22- 23 April 2015. The first sub-Plinian eruption started at ~16:04 UT, Apr. 22, and continued for about 1.5 hours. The second one started at ~4:00 UT, Apr. 23, and lasted for 6 hours. We detected continuous oscillations of ionospheric TEC corresponding to the two eruptions using GPS and GLONASS data from stations of the Argentine GNSS Array: RAMSAC. The waves propagated with a speed of ~1.0 km/s from the volcano. The frequency spectra of the TEC variation in the first eruption on Apr. 22 showed clear peaks at 3.7 and 4.4 mHz, the lower atmospheric resonance frequencies. The perturbation also showed overtone peaks and a 10 mHz pulse-like signal at the onset of the continuous oscillation. The results suggest that a Vulcanian explosion occurred prior to the Plinian eruption. On the other hand, the second eruption on Apr. 23 showed only a weaker peak at 4.4 mHz without overtones, suggesting that the second eruption was weaker but lasted longer than the first one. We are going to present detailed records of the 2015 Calbuco case, and compare it with past cases of ionospheric disturbances by volcanic eruptions, e.g. the 2014 Kelud volcano eruption.

◆ 火山噴火による大気自由振動とその伝搬

大気自由振動は、激しい嵐や地震により地表付近で励起され、地上から約 300km の電離圏や固体地球へと伝搬しうる (e.g. Nishioka et al., 2013, GRL; Rolland et al., 2011, EPS; Saito et al., 2011, EPS). この大気自由振動はプリニー式噴火によっても励起される. この大気自由振動の音波モードに相当する成分を持つ固体地球の振動は、1990 年代の広帯域地震計や超伝導重力計の観測などから検出されていた (Kanamori and Mori, 1992, GRL; Widmer and Züm, 1992, GRL). そして、近年の GNSS 観測網の充実と GNSS-TEC 法の確立により、固体地球と電離圏との振動を同時に捉え、大気自由振動がどのように上下方向へと伝播するのかを考察することができるようになり始めた (Dautermann et al., 2009, GJI; Nakashima et al., 2014, submitted).

そこで我々は、2015 年 4 月に発生したチリの Calbuco 火山の噴火に伴い励起された大気自由振動についても、GNSS-TEC 法を用いて電離圏の擾乱として観測し、まずこの噴火において電離圏中でどのような波動が伝播したのかを解き明かすことを目指した. 本講演では、その解析の概要に加えて、その周波数成分の時間変化に特に着目して解釈した結果について主に報告する.

◆ 2015 年 4 月の Calbuco 火山の噴火

Calbuco 火山では、2015 年 4 月 22 日から 23 日にかけて 2 度の準プリニー式噴火が発生した*. 1 度目の噴火は 22 日 20:35UT から約 1.5 時間、2 度目の噴火は 23 日 4:00UT から約 6 時間継続した. この噴火に伴い、米国が運用する気象衛星: Suomi NPP が搭載する放射計 (VIIRS) が捉えた大気光から、中間圏において大気自由振動が検出されたことがインターネット上で公表されている**.

*The Smithsonian Institution's Global Volcanism Program の Weekly Reports より (URL: <http://www.volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=35> 最終アクセス: 2015 年 6 月).

**例えば、CIMSS Satellite Blog (URL:<https://cimss.ssec.wisc.edu/goes/blog/archives/18174> 最終アクセス: 2015 年 6 月).

◆ Calbuco 火山噴火に伴う大気自由振動

我々は、地殻変動観測用 GNSS 観測網を流用し、電離圏全電子数 (Total Electron Content; TEC) を算出する手法: GNSS-TEC 法を用いて、Calbuco 火山噴火により励起された大気自由振動の検出を試みた. その結果、1 度目と 2 度目の噴火に対応する、周期 300 秒程度の波動が継続するような擾乱が Calbuco 火山からほとんど北向きに伝搬する様子を確認することができた. これは、2003 年 Soufriere Hills 火山や 2014 年の Kelud 火山の事例で得られた結果とほぼ同様である. その上で今回は、1 度目の噴火について一番良好に波動が検出された、観測点: LHCL と GPS の 17 番衛星間での dTEC の観測波形について、短時間フーリエ変換を用いて、周波数成分の時間変化を算出した. 講演当日には 1 度目の噴火だけではなく、2 度目の噴火による波動についても周波数成分を算出したり、他の火山噴火の事例についても調査し、報告したい.