

含水率制御を行った岩石の部分一軸圧縮実験による電流の発生実験 Investigation of "positive hole excitation" for stressed igneous rocks with a control of water content

長田 章良^{1*}; 山中 千博¹
OSADA, Akira^{1*}; YAMANAKA, Chihiro¹

¹ 大阪大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Osaka University

地震に先行する電磁気的現象については、ギリシャの VAN 法に見られる地電位差異常や、電離層における電子密度異常など、数多くの科学的観測の報告がある。これら電磁気的異常のメカニズムとして、1. 圧電補償電荷説、2. 石英などに含まれる過酸化架橋の正孔励起に伴った正孔の移動説、3. 間隙水の移動による流動電位説などが提唱されている。正孔励起説は、Freund et al. (2006) によって示され、火成岩の圧縮によって励起された正孔が圧縮部から非圧縮部を移動する説であり、継続時間の長い電磁気異常や長距離間で観測される地電位差異常を説明できる点で注目されている。

本研究ではそのメカニズムの解明のために、基準サイズ 3cm × 3cm × 10cm 火成岩 (花崗岩, ハンレイ岩) の一部に圧力 1.08MPa~5.45MPa を加え圧力差を生じさせ、圧縮部と非圧縮部間の電流を測定する室内実験を行った。真空中で水に浸し間隙に水が充填されている岩石では、まず水分蒸発に伴った電流変化が見られた。その変化の見られなくなった後、圧力勾配を生じさせると、圧力変化に伴い花崗岩では -20pA~-40pA, ハンレイ岩では約 -1.5nA の緩和時間が約 3~5 分と十分長い電流変化が見られた。また、面積 2 倍試料 (3cm × 6cm × 10cm) の測定では、同種、同含水率、同圧力で約 2 倍の電流変化が観測できた。また、長さ 2 倍試料 (3cm × 3cm × 20cm) でも同程度の結果が得られた。一方で 100 °C 加熱処理によって乾燥させた試料では、種類によらずこの電流変化が全く見られなかった。これらの結果は、間隙水の存在が電流変化に大きく関わっていることを示している。さらに、得られた電流変化の絶対値は、Orihara et al. (2012) によって示された、神津島近海における地震に先行して有意に観測された数 μ V/m の電場異常と、地殻を構成する火成岩の抵抗率 10~1000 $\Omega \cdot$ m を考えると調和的と言える。

文献

- 1) F.T.Freund, A.Takeuchi, B.W.S.Lau, "Electric currents streaming out of stressed igneous rock – A step towards understanding pre-earthquake low frequency EM emissions", *Physics and Chemistry of the Earth* 31. pp.389-396. (2006)
- 2) Y.Orihara, M.Kamogawa, T.Nagao, S.Uyeda, "Preseismic anomalous telluric current signals observed in Kozu-shima Island, Japan", *Proceedings of the National Academy of Sciences* Vol.109 No.47 pp.19125-19128. (2012)

キーワード: 地震電磁気現象, 流動電位, 正孔励起, 火成岩

Keywords: Seismic electric signals, Streaming potential, Positive hole excitation, Igneous rocks

東北地方太平洋沖地震 (M 9.0) に関連する地磁気日変化の異常の検討 Analysis of geomagnetic diurnal variations at Esashi station from 1997~2012

芦田 遼^{1*}; 服部 克巳¹; Han Peng¹; Febriani Febty¹; Yoshino Chie¹
ASHIDA, Ryo^{1*}; HATTORI, Katsumi¹; HAN, Peng¹; FEBRIANI, Febty¹; YOSHINO, Chie¹

¹Graduate School of Science, Chiba University

¹Graduate School of Science, Chiba University

There have been many reports on ultra-low-frequency (ULF) electromagnetic phenomena associated with earthquakes in a very wide frequency range. In this study, unusual behaviors of geomagnetic diurnal variations prior to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw9.0) have been reported. Ratios of diurnal variation range between the target station Esashi (ESA) which is about 135 km from the epicenter and the remote reference station Kakioka (KAK) have been computed. The results showed that there had been clear anomalies exceeding the statistical threshold in the vertical component about 2 months before the mega event. These anomalies are unique over a 16 years background. The original records of geomagnetic fields of the ESA station also exhibited continuous anomalous behaviors for about 10 days in the vertical component from Jan.3, 2011-Jan.13, 2011, about two months prior to the Mw 9.0 earthquake. During the same period, other independent geophysical parameters such as seismicity and crustal deformation also show clear unusual changes, which suggests these anomalies might be related with the mega event.

キーワード: ULF seismo-magnetic phenomena, earthquake, geomagnetic diurnal variations
Keywords: ULF seismo-magnetic phenomena, earthquake, geomagnetic diurnal variations

VLF 送信電波の振幅及び位相情報を用いた地震に伴う下部電離層擾乱の位置・空間スケール同定に関する研究
Identification of seismo - ionospheric signatures by using amplitude and phase information of VLF/LF transmitter waves

龍田 健心^{1*}; 芳原 容英¹
TATSUTA, Kenshin^{1*}; HOBARA, Yasuhide¹

¹ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科

¹Graduate School of Informatics and Communication Eng. , The University of Electro-Communications

地震に先行した電離層擾乱は VLF/LF 帯電波伝播異常を引き起こすが、詳しい発生機構は未だ明らかになっていない。震源と擾乱位置、地震の規模と空間スケール等の対応関係を明らかにすることは擾乱発生機構の解明や将来の地震予測につながるため、観測された電波の情報を数値計算結果と比較し、擾乱の位置・空間スケールの同定を行うことが必要不可欠である。本研究では地震に伴う下部電離層擾乱を振幅変化に加え位相変化も用いて導出した。その結果、地震に先行する電離層擾乱において振幅に異常が見られた際には位相にも顕著な変化が見られた。また、FDTD 法を利用した VLF/LF 帯伝搬の数値解析結果と実測値を比較したところ、振幅及び位相変化ともに良い一致が見られた。以上から地震に先行した電離層擾乱の位置・空間スケールを同定する上で、振幅・位相の 2 つの情報量を同時に使用することは有効性である。

キーワード: 電離層擾乱, FDTD 法, VLF/LF 送信局, 地震

Keywords: seismo - ionospheric perturbation, FDTD method, VLF/LF transmitter, earthquake

1998 年から 2012 年にわたる地震に関連する電離圏総電子数の統計解析に関する研究 Ionospheric Anomaly as an Earthquake Precursor : Statistical Study during 1998-2012 around Japan

國光 真由香^{2*}; 服部 克巳³; Han Peng³; 劉 正彦¹
KUNIMITSU, Mayuka^{2*}; HATTORI, Katsumi³; HAN, Peng³; LIU, Jann-yenq¹

¹ 千葉大学理学部, ² 千葉大学大学院理学研究科, ³ 国立中央大学太空科学研究所

¹Faculty of science, Chiba University, ²Graduate School of Science, Chiba University, ³Institute of Space Science, National Central University, Taiwan

中磁気緯度地域では地震に先行して正の TEC 異常が統計的に有意に出現することが [Kon et al.,2011] による先行研究によって報告されている。しかし、先行研究の解析で用いられた地磁気擾乱期間は日本地域においてやや根拠に欠けるものとなっていた。そこで、本研究では、地磁気擾乱期間を統計的に決定し、地震に先行する TEC 異常が統計的に有意であるかを調査した。

地磁気擾乱の解析手法は、標本を復元抽出によって増幅させ、分布の偏りと歪みを取り除き推定値を得る Bias-corrected Acceleration Bootstrap Method : BCa 法という統計解析手法を用いた。TEC の解析手法は、[Kon et al.,2011] にならい、Superposed Epoch Analysis という統計解析手法を用いた。BCa 法を用いて 1995 年から 2012 年の期間の地磁気擾乱期間を調査した結果、磁気嵐の大きさが大きいほど地磁気擾乱期間が長くなる傾向があることがわかった。また、Dst 指数に基づいた地磁気擾乱期間を設定することが可能となった。

次に、求めた地磁気擾乱期間を解析除外期間として 1998-2010 年および 1998-2012 年について地磁気擾乱期間を時系列 TEC データから除去し、日本地域の $M \geq 6.0$ 、 $D \leq 40\text{km}$ の地震について SEA 解析を行い、先行研究の結果との比較を行ったところ、地震の 1 ~ 5 日前に有意に TEC が増加することが分かった。

さらに、統計地震学で広く用いられている Molchan Error Diagram 解析を実施し、SEA 解析によって示唆された、TEC 異常の地震予知システムとしての有効性を検証した。その結果、地磁気擾乱期間の設定のしかたに関係なく地震予知システムとして有効であることがわかった。また、地磁気擾乱期間を Dst 指数に基づいて設定したほうが予測精度が向上した。

MODIS データを利用した地震に関連する温度異常の検知 Detection of thermal anomaly associated with Earthquake from MODIS data

堤 梨花^{1*}
TSUTSUMI, Rika^{1*}

¹ 千葉大学大学院理学研究科
¹Chiba University

地震活動に伴う災害の軽減が重要な課題であり、その監視・予測手法の開発が望まれている。そこで、本研究では、衛星リモートセンシングデータを利用した地震活動に伴う LST (Land Surface Temperature) の温度異常を検知することを試みた。

地震活動に伴う温度異常の監視については、人工衛星 Aqua/Terra に搭載されているセンサ MODIS の L3 LST (Land Surface Temperature) データを用いて、地震プロセスと大気・地表の温度異常の関係性を統計的に調査した。これまでの先行研究によって、いくつかの大規模な地震の数週間～数時間前に温度異常が生じていることが報告されている。本研究では、Lushan 地震 (China, 2013 年 4 月 20 日)、L' Aquila 地震 (Italy, 2009 年 4 月 6 日)、Wenchuan 地震 (China, 2008 年 5 月 12 日) 地震に関して LST データを時空間的に統計解析した。L' Aquila 地震に関しては、地震の 8 日前に顕著な温度異常が震央付近 (半径 100km 以内) に表れていることが確認できた (Terra-MODIS)。その 4 時間後に観測された Aqua-Terra のデータによる解析でも温度異常が検知できた。この結果は先行研究 (M.Lisi et al. 2010) による AVHRR TIR の解析結果 (本研究の解析結果の約 3 時間後に異常が出ている) と類似した結果であった。このことから、地震発生の 8 日前から、少なくとも 4 時間以上継続した温度異常が、震央付近に発生している可能性があると考えられ、他の地震のさらなる調査が重要である。

以上のように、MODIS データによる適切な温度異常検知アルゴリズム開発は、地震活動などの地殻活動の監視・予測技術開発につながるポテンシャルがあることがわかった。

キーワード: MODIS, 地震, 温度異常, ラクイラ地震
Keywords: MODIS, Earthquake, L' Aquila, thermal anomaly