

極域でのインフラサウンド・地震計で観測される非線形波動の比較

Comparison of nonlinear wavelets observed by both infrasound and seismometers in polar regions

*金尾 政紀¹、山本 真行²、石原 吉明³、村山 貴彦⁴、松島 健⁵、松村 充¹

*Masaki Kanao¹, Masa-yuki Yamamoto², Yoshiaki Ishihara³, Takahiko Murayama⁴, Takeshi Matsushima⁵, Mitsuru Matsumura¹

1.国立極地研究所、2.高知工科大学、3.JAXA、4.日本気象協会、5.九州大学

1.National Institute of Polar Research, 2.Kochi University of Technology, 3.JAXA, 4.Japan Weather Association, 5.Kyushu University

現在進行中の地球表層環境変動、とりわけ「地球温暖化」に伴う極域（南極・北極）における大気・海洋・雪氷・固体地球の多圏間カップリングは重要である。本発表では、地球システムにおいて様々な励起源をもつ可聴下周波数帯域（数10～0.001 Hz）の波動（インフラサウンド及び地震波）の伝播特性に焦点を当て、極域の地球表層環境を構成する多圏サブシステムにおける物理相互作用に関する最近の研究動向を紹介する。特に、海洋波浪を起源とする固体地球表層の「脈動」、及び「微気圧の擾乱」の時空間変動に着目し、大洋域の海面擾乱と気圧変動による、極域の浅層大気と固体地球表層への応答について検討する。これら波動群の振幅強度や周波数特性の経年変化と気象情報・海水分布等との関連性を検討し、また多圏波動カップリングのモデリング等も含めて、地球温暖化の極域表層環境への影響についての総合的な判断材料の提供を試みる。具体的には、汎地球規模観測網における貢献・意義を踏まえつつ、極域観測点の概要、取得データの特徴、及び近年得られた成果について概観する。特に、2015年2～4月のデータを中心に、南極昭和基地で得られたインフラサウンドと地震計データの共鳴的非線形微動に注目し、それらの特徴を比較して議論する。

キーワード：infrasound、seismic waves、nonlinear wavelets、harmonic tremor、polar region

Keywords: infrasound, seismic waves, nonlinear wavelets, harmonic tremor, polar region

台湾での土砂災害および地震から発生するインフラサウンド観測 -初期結果-

Detection of infrasound from the landslide and earthquakes in Taiwan -primary results

*柿並 義宏^{1,2}、山本 真行²、Chen Chun-Rong¹、Horng-Yuan Yen¹、J. J. Dong¹、Chung-Pai Chang¹

*Yoshihiro Kakinami^{1,2}, Masa-yuki Yamamoto², Chun-Rong Chen¹, Horng-Yuan Yen¹, J. J. Dong¹, Chung-Pai Chang¹

1.台湾国立中央大学、2.高知工科大学

1.National Central University, 2.Kochi University of Technology

After large earthquakes and tsunamis occur, infrasound emitted from the epicenters and tsunami source areas are often observed. Using triangulation method, identification of the sources are being attempted. Since such phenomena accompanying large motion of ground/sea surface often emit infrasound, landslide is also highly expected to emit the infrasound. In fact, people often reported some uncertain noise just after the landslide occurred. Although less scientific report of infrasound observation from the landslide has been done so far, we try to detect the infrasound emitted from the landslide. In order to achieve the purpose, we started observation of the infrasound in Taoyuan (23.1607°N, 120.7658°E) and Dabu (23.3005°N, 120.6296°E), Taiwan from July 2015. In this paper, we introduce our observation sites and primary results of power spectrum and landslides identification from the infrasound. Furthermore, the infrasound emitted accompanying the M6.4 Kaohsiung (Meinong), Taiwan earthquake (22.871°N, 120.668°E) occurred 33 km away from the Taoyuan observatory at 19:57:27 UTC on 5 February 2016 was observed. The results before and after the earthquake are also shown.

キーワード：インフラサウンド、土砂崩れ、台湾、高雄地震

Keywords: infrasound, landslide, Taiwan, Kaohsiung earthquake

インフラサウンド・アレイ観測データを用いた雪崩発生箇所推定の試み

Locating snow avalanches by using of infrasound array data

*新井 伸夫¹、今井 俊昭²、大槻 政哉²、斎藤 佳彦²、村山 貴彦³、岩國 真紀子³

*Nobuo Arai¹, Toshiaki Imai², Masaya Otsuki², Yoshihiko Saito², Takahiko Murayama³, Makiko Iwakuni³

1.名古屋大学減災連携研究センター、2.雪研、3.日本気象協会

1.Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 2.Yukiken Snow Eaters Inc., 3.Japan Weather Association

Infrasound observation measures the energy radiated by the snow avalanche in the atmosphere and is able to detect snow avalanches over large areas. The use of infrasound for snow avalanche monitoring has increased in the last decades, with significant improvements on snow avalanche dynamics research.

Our research team has conducted infrasound observation in the last 3 winter seasons in Tokamachi, Niigata. Firstly, we deployed an infrasound sensor in front of the specific slope between Jan. and April 2013 with visual observation by using a web camera and grasped infrasound signals characteristics generated by snow avalanches. And in the second season (2013-2014 winter season), we deployed two infrasound sensors with about 1 km distance and caught the distance attenuation characteristics of infrasound signals. In the last 2014-2015 winter season, we deployed 3 sensors with a triangular geometry spaced 1 to 2 km apart and tried to extract signals associated with snow avalanches from observed raw data automatically by using time domain processing. And for extracted signals, locations of snow avalanches were estimated by using cross-correlation method. 12 events were picked up and located. Estimated locations were in the area with many steep slopes. Infrasound array monitoring system with real time processing might deliver significant information on snow avalanche activity to us.

キーワード：雪崩、インフラサウンド、アレイ観測

Keywords: Snow avalanche, Infrasound, Array observation

微気圧計と広帯域加速度計で同時観測された地震波形について

Comparison of seismic waveforms observed by microbarograph with broadband accelerometer

*岩國 真紀子¹、村山 貴彦¹、新井 伸夫²、市原 美恵³、萬年 一剛⁴、Jerome M. Paros⁵、大井 拓磨⁶*Makiko Iwakuni¹, Takahiko Murayama¹, Nobuo Arai², Mie Ichihara³, Kazutaka Mannen⁴, Jerome M. Paros⁵, Takuma Oi⁶

1.一般財団法人 日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東京大学地震研究所、4.神奈川県温泉地学研究所、5.Paroscientific, Inc. および、 Quartz Seismic Sensors, Inc.、6.東邦マーカンタイル株式会社

1.Japan Weather Association, 2.Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4.Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture, 5.Paroscientific, Inc. and Quartz Seismic Sensors, Inc., 6.Toho Mercantile co., Ltd.

As already discussed in the papers, sensitive Microbarographs can detect seismic waves without going off the scale and supplemental measurements made with accelerometers.

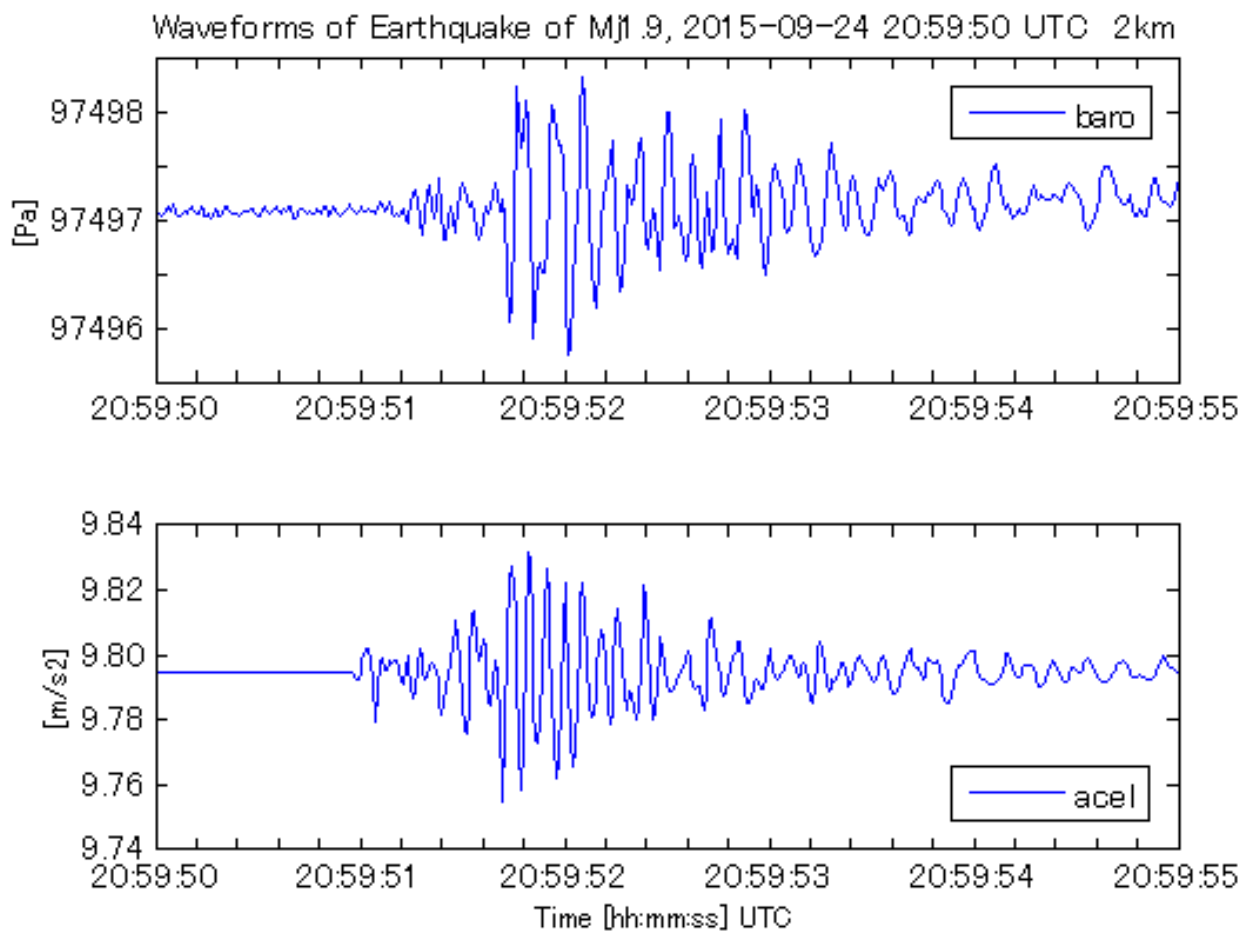
Hakone volcanic activity increased from April 2015. To monitor Hakone volcanic activity, we started to measure seismic and pressure signals using a seismo-acoustic sensor that is a combination of a Broadband Accelerometer (Developed by Quartz Seismic Sensors, Inc., USA) and a Sensitive Microbarograph (Manufactured by Paroscientific, Inc., USA) in August. Both sensors use precise quartz crystal resonators to archive parts-per-billion resolution. The single axis accelerometer records the vertical component of ground accelerations.

Earthquake of Mj1.9 occurred at a depth of 2km in Hakone volcano area at 20:59:50 UTC on the 24th of September 2015, and its seismic signal was observed by both the microbarograph and accelerometer. The distance between the epicenter and the observation site is approximately 2.4 km. The microbarograph recorded similar waveforms to that of the accelerometer.

In this presentation, we discuss the similarities and differences of the seismic signals observed by the microbarograph and accelerometer.

キーワード：微気圧計、広帯域加速度計、地震動応答

Keywords: Sensitive Microbarograph, Broadband Accelerometer, seismic response



電離圏擾乱による火山爆発スケール: ブルカノ式火山噴火に伴う空振とそれに伴う電離圏TEC擾乱の比較

Relationship Between Amplitudes of Infrasound and Ionospheric TEC Disturbances by Vulcanian Volcanic Explosions

*中島 悠貴¹、青木 陽介²、西田 究²、藤田 進悟¹、日置 幸介¹

*Yuki Nakashima¹, Yosuke Aoki², Kiwamu Nishida², Shingo Fujita¹, Kosuke Heki¹

1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星ダイナミクス講座、2.東京大学地震研究所

1.Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Earth and Planetary Dynamics, 2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo

本講演では、2015年口永良部島火山噴火に伴う気圧振動とTEC (Total Electron Content; 電離圏全電子数) 擾乱の解析結果とその結果を利用して校正した電離圏擾乱から見た火山噴火のスケールの利用可能性について報告する。

ブルカノ式火山噴火による空振でもごく低い周波数のもの (~0.01 Hz) は、上空約300 kmの電離圏中の電子を揺さぶることがある。Heki (2006, GRL) は、2004年の浅間山火山のブルカノ式噴火に伴う電離圏擾乱についてGNSS-TEC法によってはじめて調査し、爆発に伴うエネルギーを見積もった。我々は、このような電離圏擾乱について火山学的な観測量との関連を見出すため、その起源であるブルカノ式火山噴火に伴う空振との比較を試みた。

我々はまず、日本で起こった五つのブルカノ式火山噴火 (2004年浅間山、2009年桜島、2011年新燃岳 (2)、2015年口永良部島) に伴う擾乱の斜めTECの振幅をGIM (Global Ionospheric Maps) から得られる鉛直TECで規格化した値 (Fスケールと命名; 竜巻のスケールとは別物) と気象庁の火山解説資料の空振々幅とを比較した。その結果、相関係数0.5を得ている。

この結果をよりよいものとするために、2015年5月29日0:58UTに発生した口永良部島火山のブルカノ式噴火について、爆発時の波動の周波数成分について見直した。一般的に、火山爆発による空振は周期2-3秒が卓越することが知られている (坂井他, 2000, 験震時報) が、数十mHzより高い周波数を持つ気圧波動は電離圏へ到達するまでに減衰する (Blanc, 1984, Ann. Geophys.)。そのため、爆発による気圧波動の周波数成分が各々のブルカノ式噴火によってどの程度変動するのかを理解することで、電離圏擾乱からの爆発規模推定の誤差を考えることができる可能性がある。

今回、Fスケールとの比較で使った口永良部島における気象庁の新岳北東山麓観測所 (火口から北東約2.3 km; 最大振幅 62.2Pa以上) 及び本村東観測所 (北西2.8 km; 13.9 Pa) の大気振動観測機器は空振計 (ACO社 超低周波マイクロフォンTYPE7144・空振計TYPE3348) で、0.1-100 Hzの周波数特性を持っていた。それに対して、防災科学技術研究所が火山近傍で展開するV-netの観測点、七釜 (南東約1.7 km; 350 Pa)と古岳西 (南西約1.5 km; 280 Pa) では気圧計 (Vaisala社 PTB100) を使っている。サンプリング間隔は1 sec である。TECの振動についても、1HzサンプリングのRINEXファイルを入手し、その波形の詳細について解析を進めている。こちらも鉛直TECへの変換や伝搬距離に応じた減衰を補正することで、スケールの改善を望めるはずである。

キーワード: GNSS、GPS、火山、電離圏、地震

Keywords: GNSS, GPS, Volcano, Ionosphere, Earthquake

重力音波モードから内部重力波モードへの遷移周期帯付近の微気圧変動パワースペクトル
Power spectral density distribution of micro-barometric variation around the transition
region between acoustic mode and internal mode gravity waves

*家森 俊彦¹、小田木 洋子²、青山 忠司³、佐納 康治²、田中 良和³

*Toshihiko Iyemori¹, Yoko Odagi², Tadashi Aoyama³, Yasuharu Sano², Yoshikazu Tanaka³

1.京都大学大学院理学研究科付属地磁気世界資料解析センター、2.朝日大学、3.京都大学大学院理学研究科
1.Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto
University, 2.Asahi University, 3.Graduate School of Science, Kyoto University

地震や火山噴火、竜巻などの際に、地球表面と超高層の間でしばしば200秒から280秒程度の間で3種類の共鳴周期を持つ音波共鳴現象が観測されてきた。(Kanamori and Mori, 1992; Iyemori et al., 2005; Saito et al., 2011; Nishioka et al., 2013) これら周期は、Brunt-Väisälä周期より短く重力音波のカットオフ周期に近い。一方、地上での微気圧変動では、7分程度から10分、あるいは20分程度のゆっくりした内部重力波モードの変動がしばしば観測される。重力音波モードから内部重力波モードへの遷移周期帯付近の微気圧変動パワースペクトル密度分布がどのようになっているのかを、国内数ヶ所およびタイに設置した微気圧観測装置データを基に統計的に調べた結果を示す。

キーワード：微気圧変動、重力音波、内部重力波、パワースペクトル密度

Keywords: Micro-barometric variation, acoustic gravity waves, internal gravity waves, power spectral density