

大気中ラドンに由来する空気ルミネッセンスと電磁波放射

関明日香 [1]; 大森 康孝 [2]; 武藤 潤 [3]; 長濱 裕幸 [4]

[1] 東北大・理・地学; [2] 放医研・放射線防護; [3] 東北大・理・地学; [4] 東北大・理・地学

Air luminescence and electromagnetic wave emission originated from atmospheric radon

Asuka Seki[1]; Yasutaka Omori[2]; Jun Muto[3]; Hiroyuki Nagahama[4]

[1] Earth science, Tohoku Univ.; [2] RCPR, NIRS; [3] Dept. Earth Sci., Tohoku Univ.; [4] Earth Sciences, Tohoku Univ.

<http://dges.es.tohoku.ac.jp/kozo/>

Anomalous luminous phenomena during earthquakes have been reported. Yasui (1968, 1971) documented many reports of luminous phenomena during the 1965 Matsushiro earthquake swarm, Nagano Prefecture. Natural radiation intensity including Rn-222 was also reported to be anomalously high in the epicentral regions around the Mt. Saijyo, Mt. Kimyou and Mt. Minakami (Hagiwara, 1966). Those area are composed of quartz diorite complex and surface earthquake faults were observed there. These regions with high radiation intensity roughly correspond to ones with many reports of luminous phenomena by Yasui (1968). From the electromagnetic observation at the Matsushiro Seismological Observatory, Kondo (1968) reported the 10-20 % decrease in atmospheric electric fields compared with normal level during the earthquakes. Based on the observations, he assumed that the anomalous increases in atmospheric radon concentration due to seismic activity decreased the electric field at the Matsushiro. Hence there may be some relationships between anomalous increase in atmospheric radon concentration and luminous phenomena. Here, we propose a new model about seismic luminous phenomena by focusing on the air luminescence due to atmospheric radon (Rn-222) and its daughter nuclides.

The air luminescence is a light emission phenomenon caused by de-excitation of the ionized molecules of atmospheric nitrogen due to electron impact ionization from alpha particles emitted by the alpha radiator (such as 222-Rn). Strictly speaking, the luminescence discussed here should be termed nitrogen luminescence, but we employ air luminescence. This light emission is mostly from the second positive system (SPS) of neutral nitrogen molecules. There is also light emission with a weak transition probability from a first negative system (FNS) of nitrogen molecule ion. Wavelengths of lights by these transitions are within 220-390 nm (SPS band) and 390-520 nm (FNS band), respectively, including the visible light wavelength. In the field of radioisotope analysis, air luminescence generated in the gaseous space above a liquid scintillator in a counting vial, employing a liquid scintillation spectrometer, was already proposed to measure Rn-222 (Takiue and Ishikawa, 1979; Homma et al., 1987; Murase et al., 1989). Rn-222 and its daughters, Po-218 and Po-214, as alpha radiators abundant in granitic rocks can generate air luminescence theoretical and experimental.

In the presentation, we proposed a model for the mechanism of luminous phenomenon: 1. The concentration of atmospheric radon and its daughter nuclides increase anomalously before or during earthquakes, 2. Nitrogen molecules and nitrogen molecule ions are excited by alpha particles emitted from the nuclides (Rn-222, Po-218 and Po-214), and air luminescence is generated by their de-excitation. Moreover, Boyarchuk et al. (2005) proposed a model of electromagnetic wave emission; the neutral clusters were generated in atmosphere by alpha particles emitted from Rn-222, and their excited state changes electromagnetic wave emission. We also discuss a possibility of electromagnetic wave emission from excitation of polyatomic molecules by alpha particles from Rn-222 and its daughter nuclides, similar to air luminescence by excitation of nitrogen molecule.

地震発生に伴う空の発光現象がこれまでに報告されている。長野県松代町（現・長野市）において1965年8月から約2年間にわたり発生した松代群発地震の際には何度も発光現象が発生した（安井, 1968, 1971）。この松代群発地震震央周辺の妻女山・奇妙山・皆神山などの石英閃緑岩岩体と地表地震断層を有する山頂付近では、Rn-222を含む自然放射線強度が群発地震発生期間に高くなっていた（Hagiwara, 1966）。この付近は安井（1968）の発光現象多発地帯とほぼ一致している。またKondo（1968）は松代地震観測所において大気電位の観測を行い、地震発生時には大気電位が通常の10 - 20%減少したことを報告した。そして地震活動による大気中ラドン濃度の異常変動を仮定し、この大気電位の減少を定量的に説明した。これらのことから、大気中ラドン濃度の異常上昇と発光現象の間には何らかの関係がある可能性が示唆される。そこで、本研究においては大気中のRn-222及びその娘核種による空気ルミネッセンスに着目し、地震発光現象に関する新たなモデルを提案する。

空気ルミネッセンスとは、アルファ放射体から空気中に放出されたアルファ粒子によって励起された空気中窒素分子が、脱励起の際に光を放出する現象である。この発光は主に、第二正帯と呼ばれる窒素分子の遷移により起こる。そのほかに第二正帯と比べると少ないが、第一負帯と呼ばれる窒素分子イオンの遷移による発光も存在する。遷移によって観測される光はそれぞれ第二正帯では220 - 390nm、第一負帯では390 - 520nmの範囲内にあり、どちらも可視光の波長を含んでいる。放射性同位体分析の分野では、液体シンチレーションスペクトロメータを利用し、バイアル中の液体シンチレータ上部の気体空間で生じる空気ルミネッセンスによりRn-222を測定する方法が既に提案されている（Takiue and Ishikawa, 1979; Homma et al., 1987; Murase et al., 1989）。自然界に多く存在している放射性元素であるRn-222とその娘核種のPo-218, Po-214はアルファ放射体であるため、大気中でも上述の空気ルミネッセンスが発生することは、理論的にも実験的にも可能である。

以上のことから本研究においては、1:地震活動に伴って大気中のRn-222とその娘核種の濃度が異常に上昇し、2:空気

中の Rn-222 及びその娘核種 Po-218, Po-214 から放出されるアルファ粒子によって空気中の窒素分子や窒素分子イオンが励起され, 空気ルミネッセンスを発する, という新たな発光機構モデルを提案する. さらに, Boyarchuk et al. (2005) において, 大気中 Rn-222 の壊変時に放出されたアルファ粒子によって大気中のイオン化が促進され neutral cluster が生じ, その neutral cluster が励起状態を変化させることにより電磁波放射が発生するモデルを提示している. そこで, 窒素の励起による空気ルミネッセンスと類似の現象として, 大気中の Rn-222 及びその娘核種から発生したアルファ粒子による多原子分子の励起に由来する電磁波放射機構の可能性についても論じる.