

令和 6 年 6 月 29 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2023

課題番号：22K18868

研究課題名（和文）広域大気静電場観測に基づく大地震直前予知の実現性評価

研究課題名（英文）Feasibility Evaluation of Imminent Prediction of Major Earthquakes Based on Wide-Area Electrostatic Field Analysis

研究代表者

江 偉華（Jiang, Weihua）

長岡技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：90234682

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、大気中の放射性元素の濃度とそれによる大気静電場への影響に着目している。大地震直前に発生する放射性元素濃度の変化による大気静電場異常に基づく大地震予知の可能性について調査・検討した。主な研究活動と成果は以下のとおりである。

大気静電場の要因のひとつとなるラドンの生成量を見積もる基礎情報の取得を目的として、ラドンの放出源となる長岡地域およびその周辺の地質・地理情報等の調査を行った。数値計算モデルを構築し、これを用いて大気中に放出された放射性気体による電離効果について定量的に模擬した。この結果を用いて、地震直前に発生する地表ガス放出による広域静電場の挙動について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大地震の直前予知は極めて重要な技術課題である。本研究は、広域静電場の異常分布に着目することにより、大地震の直前予知を目指すものである。大気静電界異常の最大な特徴は、広域現象であることにある。地下ガス放出というマイクロ現象が静電界異常というマクロ現象につながり、比較的地震前兆との因果関係として判別し易い。

本研究は、従来技術と異なる視点からの挑戦であり、目指す目標は、数多くの地震予知手段の中で、新たなアプローチを追加することにより、少しでも地震予知の精度を向上することである。

研究成果の概要（英文）：This research focuses on the concentration of radioactive elements in the natural atmosphere environment and its effects on the electrostatic field distribution. The possibility of predicting large-scale earthquakes based on monitoring atmospheric electrostatic field anomalies has been investigated. The research activities and results mainly cover the following.

In order to obtain basic information for estimating the amount of radon produced, which is one of the factors in the atmospheric electrostatic field, the measurement of geological and geographical information in and around the Nagaoka area has been carried out.

A numerical calculation model was developed and used to quantitatively simulate the ionization effect due to radioactive gas released into the atmosphere. Using this model, the behavior of the wide-area electrostatic field due to surface gas release that occurs immediately before a major earthquake was investigated.

研究分野：原子力安全工学

キーワード：安全工学・安全科学 環境放射線（能） 地震災害

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大地震の直前予知は、特に地震が比較的多い国と地域にとって、極めて重要な技術課題である。大地震が起きる前に様々な前兆現象があることはよく知られているが、これを正確に把握し、地震の前触れであると確信できる技術の開発は急務となっている。

本研究は、広域静電場の異常分布に着目することにより、大地震の直前予知を目指すものである。本研究の目標は本格的な地震予知システムの開発ではなく、その前段階の実現性検証である。数多くの地震予知技術の中で、一つでも参考となる情報が増えれば、将来の地震直前予知に貢献できると期待される。

2. 研究の目的

本研究は、広域静電場の異常分布に着目することにより、大地震の直前予知を目指すものである。研究の第一段階として、この新しい方法の実現性について定量的に評価することは本研究の目的である。計算で得られた地震前の予想大気静電界挙動と平常時大気静電界データと照らし合わせて、地震直前に現れる大気静電界異常は測定可能か、その条件と制限について定量的に調査し、大地震の直前予知技術として更に探究する必要性について評価する。

3. 研究の方法

本研究は新たな地震予知方法の確立に向けた第一歩であり、研究目的はその実現性に関する評価である。このため、研究内容は本格的な実験システムの構築ではなく、その前段階の定量分析と課題整理が中心となる。主な項目は以下のように実施している。

- ① 平常時における放射性元素の濃度に関する定量分析
- ② 放射線照射による大気中の荷電粒子生成量に関する定量分析
- ③ 電荷分離による大気静電界の挙動に関する定量分析

4. 研究成果

- ① 平常時における放射性元素の濃度に関する定量分析
長岡地区で地質・地理条件の異なる数地点で平常時の大気ラドン濃度の観測を行った。図1は観測地点を示す。観測データを表1にまとめている。

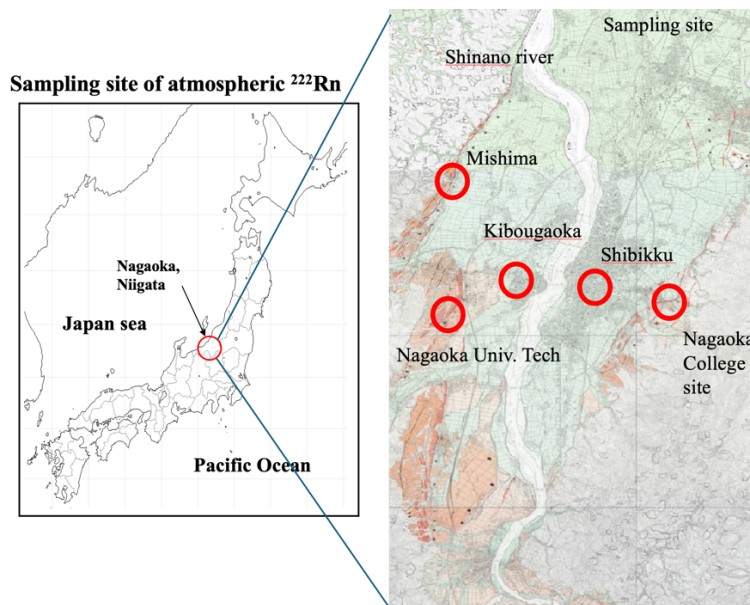


図1 長岡地区の大気ラドン濃度観測地点

表1 各観測地点で得られたラドン濃度のデータ範囲と平均値

観測地点	測定データ	平均値
Kibougaoka	3.7~14.4 Bq/m ³	6.3 Bq/m ³
Shibikku	4.5~9.7 Bq/m ³	6.3Bq/m ³
Nagaoka College site	4.1~8.7 Bq/m ³	6.1Bq/m ³
Mishima	3.3~12.8 Bq/m ³	6.9Bq/m ³
Nagaoka Univ. Tech.	5.8~24.0 Bq/m ³	12.3 Bq/m ³

観測結果より、川西の断層の多いエリアの大気中の平均ラドン濃度は断層のない希望ヶ丘やシビックコアより 2.0 倍高いことが分かった。川西の断層の多いエリアではラドンのフラックスが大きいことが示唆され、長岡エリアではラドンの濃度は 3.7-24Bq/m³ 程度であった。

また、長岡地区の地層中ラドン濃度についても実測を行い、深さに対する依存性を調査した。図 2 は深度 191m までの堆積岩中の ²²⁶Ra 濃度を示す。測定結果は、16~42 mBq/g であり、深さ方向でほぼ一定であった。

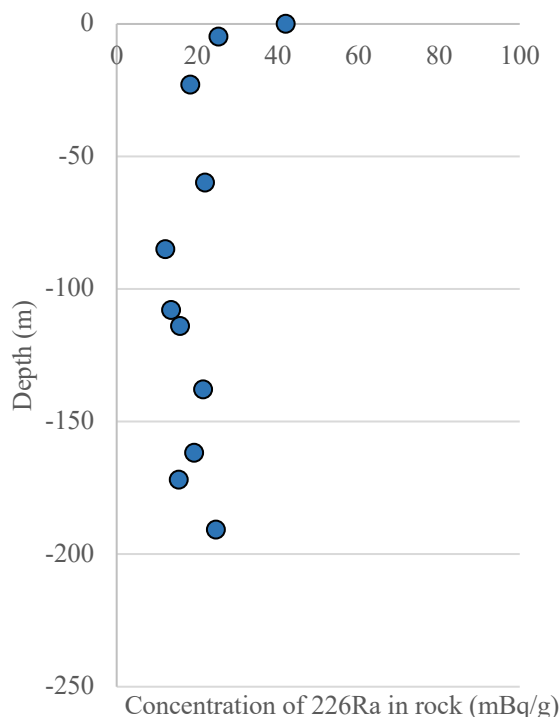


図 2 長岡地区の地層中ラドン濃度の実測結果

② 放射線照射による大気中の荷電粒子生成量に関する定量分析

本研究の数値計算では、以下の要素過程を考慮し、それぞれについてモデル化している。

a) 大気中に発生する電離数計算

放射性元素の密度に基づいて単位時間内に発生する放射性壊変を計算し、アルファ粒子のエネルギーを用いて単位時間内に発生する平均衝突電離数を概算した。

b) 電離によって発生した荷電粒子の挙動計算

大気中の荷電粒子数の時間変化を数値的に追跡した。ここで、電離、付着、再結合などの素過程の断面積を考慮している。また、空気の湿度および不純物の影響について考察を行った。

c) 大気中の荷電粒子の分布による静電場の計算

各種荷電粒子の寿命およびそれぞれの移動度に基づいて、電荷密度の空間分布を求め、高さ方向の一次元電界分布の推移について解析した。この結果を用いて、大気中の放射性元素と広域大気静電場の挙動との関係について検討した。

③ 電荷分離による大気静電場の挙動に関する定量分析

本研究で用いた計算モデルは図 3 に示され、地層からの放射性ガス放出、放射線照射による大気分子の電離、荷電粒子の遷移、大気静電界分布の異常発生などの過程を統合して数値シミュレーションすることができる。

広域大気静電場は、平常時に地面へ指す方向に一定の強度で安定するが、大地震直前に地層から放出する放射性元素による電離の効果により、その強度が低下し、場合によってはその方向が反転する可能性がある。本研究では、実測で得られた放射性元素濃度を用いて地震直前の静電場異常の程度を見積もり、これを地震予知の根拠として用いることの実現性について評価した。

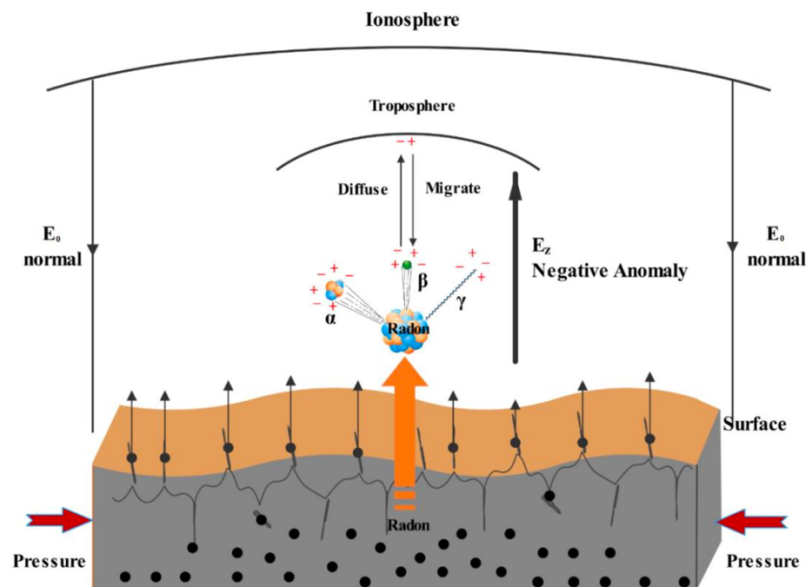


図3 本研究で用いた数値計算モデル

まとめ

本研究の実施により、主に以下の成果が得られた。

- 1) 平常時の大気中および地層中の放射性元素濃度について、地元サンプルを例として、定量測定の結果を得た。
- 2) 実測値に基づいて、大地震直前の大気中の放射性元素濃度を推定し、これによる大気分子の電離および荷電粒子遷移を模擬する計算モデルを構築し、大気静電場の挙動に関する定量評価を行った。
- 3) 計算結果より、地震直前の大気静電場の異常は、一定の条件（主に地層関連と気象関連）を満たせば、検出可能である結論を得た。

学会発表

- (1) 武雄諒, 太田朋子: “地理条件が地下水ラドン濃度に及ぼす影響”
(日本原子力学会 学生連絡会 2022 年秋の大会)
- (2) 武雄諒, 太田朋子, 高田晋: “新潟県長岡地域における地理条件と地下水ラドン濃度の関係性調査”
(日本原子力学会・関東甲越支部第16回(2023年)学生研究発表会)
- (3) 文 娟, 須貝太一, 太田朋子, 徳地 明, 江 偉華: “空気中の放射性元素濃度と広域静電界分布”
(電気学会 A 部門放電・プラズマ・パルスパワー研究会、2023 年 5 月)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 武雄諒, 太田朋子
2. 発表標題 地理条件が地下水ラドン濃度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本原子力学会 学生連絡会 2022 年秋の大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武雄諒, 太田朋子, 高田晋
2. 発表標題 新潟県長岡地域における地理条件と地下水ラドン濃度の関係性調査
3. 学会等名 日本原子力学会・関東甲越支部 第 16 回学生研究発表会 原子力・放射線分野
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 文 娟、須貝太一、太田朋子、徳地 明、江 偉華
2. 発表標題 空気中の放射性元素濃度と広域静電界分布
3. 学会等名 電気学会A部門放電・プラズマ・パルスパワー研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	太田 朋子 (Ohta Tomoko) (30373020)	長岡技術科学大学・工学研究科・准教授 (13102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------