

# ラ ド ン 観 測 (1)

## — 予 備 観 測 —

見 野 和 夫・西 村 進

### OBSERVATION OF RADON CONTENT IN SOIL GAS

#### —PRELIMINARY REPORT—

By Kazuo MINO and Susumu NISHIMURA

#### Synopsis

For earthquake prediction, precursory phenomena before the large earthquakes have been investigated in many countries.

In China and some other places, they made a success of predictions of the large earthquakes by catching precursory phenomena. Variation of Radon content of underground gas and water is also one of those phenomena.

In our country, the decrease of Radon content was observed several days before the large earthquake which occurred near Izu Peninsula on January, 14, 1978.

We also begin to observe variation of Radon content of underground gas. Our purpose of observation is study of the change of content of Radon gas before and after earthquakes.

According to the results of the test investigation, the change of atmospheric pressure is mutually related with variation of Radon content in soil gas. Effect of atmospheric pressure is about one Eman, which is significant value comparison with the change, before the large earthquake, a few or several Emans.

But, when correction of atmospheric pressure's effect was done, the change of Radon content maybe decrease 5/100 Emans.

Above result tells the possibility of detecting the precursor of large earthquake, if Radon content change was over a few Emans.

#### 1. は じ め に

大地震前後に、ラドンガスの濃度変化の観測が、数多く報告されるようになった。この様な報告の例は、日本では Hatuda<sup>1)</sup> により行われた。1944年12月7日 (M 8.0) に起った東南海地震に際して、京都大学理学部構内で観測中の地中空気中のラドン濃度が増加した (Fig. 1)。又最近の伊豆近海地震 (1978年1月14日, M 7.0) の際には、地震前、地下水中のラドン濃度の減少が観測されている<sup>2)</sup>。

外国では、タシュケント地震 (1966年4月26日, M 5.5) に伴う地下水中のラドン含有量の変化の存在が伝えられており1300~2400mの深井戸より採取された地下水のラドン量が1961年から1965年の間に5~15 emans 増加しピークに到って地震が発生した (Fig. 2)。

中国でも電離箱によって、井戸水のラドン濃度の観測が盛んに行われている。昆明では、深さ270mの井戸で、シンチレーション・カウンターによる連続観測が実施されている。1976年7月28日、唐山<sup>3)</sup> に起った、2個の大地震 (M 7.8, M 7.1) の前兆現象の一つとして Fig. 3 のように、ラドン濃度の変化を観測している。

一方、人工地震による地震後のラドン濃度変化を観測する試みもあって<sup>4)</sup>、人工地震後に、地下水中のラドン濃度が低下し、同時に地中空気内のラドンが増加するという相補的關係が見られた。これは、ラドンガ

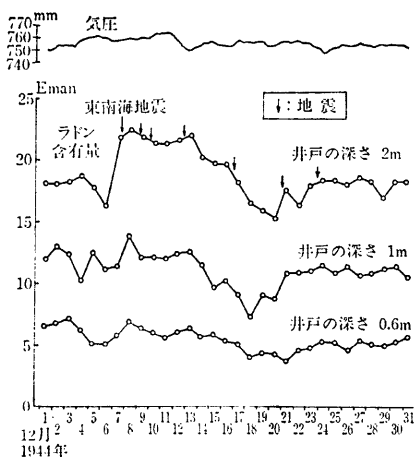


Fig. 1. Change of atmospheric pressure and variation of Radon content in underground gas at 2, 1 and 0.6 meters depth respectively observed at Kyoto Univ. in December 1944.

スが断層や亀裂の粘土又は風化粘土中に補獲されているラジウムの壊変生成物のガスであり、振動や圧縮によりしぼり出されたり、地下水中に過飽和に含まれているラドンガスが振動等により地中空気に出てくるためと解釈される。

このような多くの報告に礎いて、私達は、地震前後の地中空気のラドン濃度変化を測定するための予備観測を行ってみた。

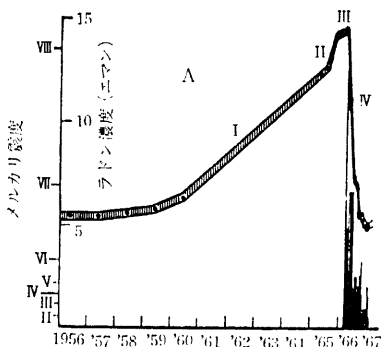


Fig. 2. Change of Radon content observed before the Tashkent earthquake.

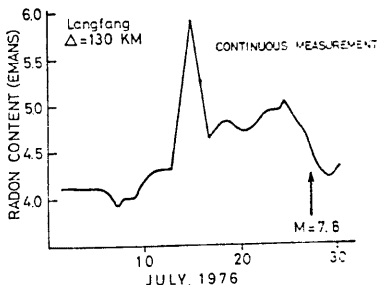


Fig. 3. Radon anomaly observed at Langfang in China at Tangshan earthquakes.

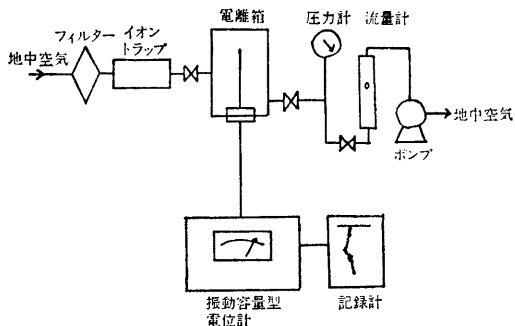


Fig. 4. Block-diagram of the system of Radon-meter.

## 2. 観測方法

ラドンの測定には大きく分けると次の様になる。

- i) ラドンの $\alpha$ 線による電離度を測定する。
- ii)  $\alpha$ -シンチレーション・カウンターによる方法
- iii)  $\alpha$ -トラック法。

私達は i) の方法を採用し、京都大学教養部構内で予備観測中である。電離箱に振動容量型の電位計を組合わせて連続記録を取っている。井戸

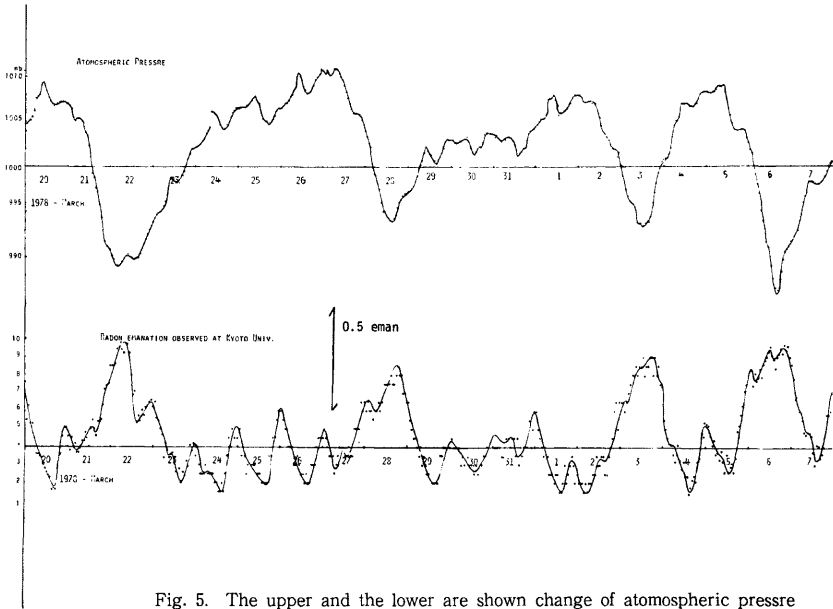


Fig. 5. The upper and the lower are shown change of atmospheric pressure and variation of Radon content observed at Kyoto Univ. in 1978.

の深さは 10m で地表から 8m まで地下水が上っている。地下水面に接する地中空気をポンプで汲み上げ、電離箱へ連続的に流し、その電離電流値を計っている為、感度が高い上に連続に空気を流すことによりラドンからの壊変生成物による汚染は防がれている。Fig. 4 に概要を示す<sup>5)</sup>。

### 3. 観測結果

観測の精度を上げる為に種々の改良や改作が行われ、1978年の初頭から安定したデータが得られるようになった。

記録は 1 時間 3 cm の送りで放電ペンによるもので、大変鮮明である。しかし、感度を上げていたので、パルス状の電離がおり定期的なノイズ状の記録が  $5 \times 10^{-14} \text{A}$  程度とれる、S/N にすると、40dB は十分あると考えられる。ここでは、1978年 3～4 月の記録を主に用いて結果を述べる。

毎時ごとの読取結果の一部を Fig. 5 に示す。結果は周期的では 24 時間の周期が見い出される。パワースペクトラムをとると Fig. 6 になり、12、24 時間に明瞭な卓越周期が見られる。日周変化は、多くは人為的な原因が考えられる。又温度や気圧等の気象要素による変化も考えられる。潮汐による変化も考慮しなければならぬが、12 時、24 時周期のピークは、年中位相のズレがなく、一応潮汐との関係は無視出来る。

#### 3-1. 人為的要因

京都大学で使用されている水は、ほとんど総てが地下水でまかなわれている。汲揚量の変動による地下水位の変化は、地下水の水圧にも影響を及ぼし、含有されるラドンの濃度にも影響が出るかも知れない。Fig. 7 にラドンの変化に重ねて地下水の汲揚量を示している。横軸は時間(単位は日数)を表わしている。地下水の汲揚量は一日一回の計量であるため詳しいことは言えないが、ラドン濃度との関係はないと考えてよいだろう。

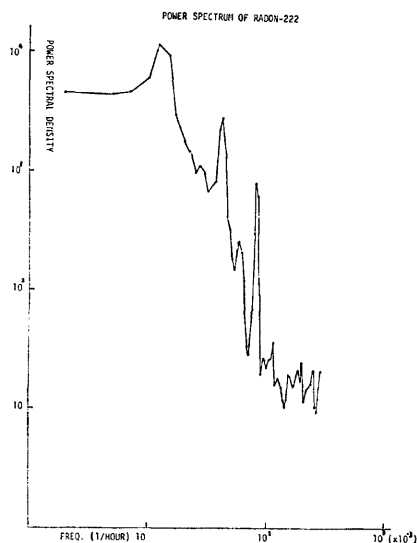


Fig. 6. Power spectrum of Radon content during 20 March and 24 April, 1978. The peaks appear at 3.4 days and 24 and 12 hours.

今一つの人為的な要因は電圧変動であるが、測定器は、バッテリーで駆動しているのでこれは除外できる。このように、人為的要素は主な原因となっていない。

### 3-2. 気象的要因

すでに初田により気圧とその関係について報告があり、気圧と地中空気のラドン濃度は逆の相関にあると言われている。Fig. 5 中に、気圧の変化を表わしてあるが、両者が逆相関の関係にあることが解る。ラドン濃度と気圧の関係をグラフに示すと Fig. 8 となり、ゆるい逆相関のグラフとなっている。従って、気圧の長周期の変動（パワースペクトラムの3、4日のピークが相当する変動かも知れない）は補正出来るが細かい変化については、気圧では説明出来ない。しかし元来の変化が1 emans 程であり気圧の要素を補正すると変化は1/10以下となる。この程度のラドン濃度の変化は通例に見られるノイズレベルと考えてもよい。又実際、地震時の変化は数 emans であることを考えれば、地震予知にとっては、影響のないノイズとなる。他の気象的要素との関係は不明であった。

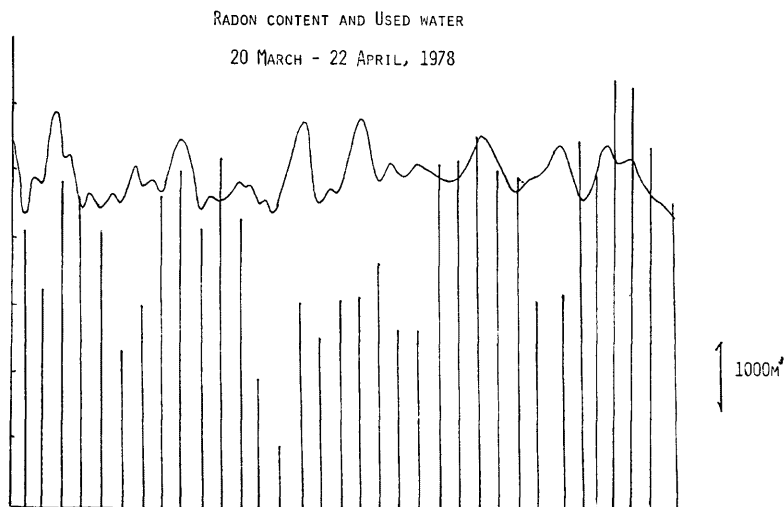


Fig. 7. Relation between variation of Radon content and change of water used in Kyoto Univ. a day.

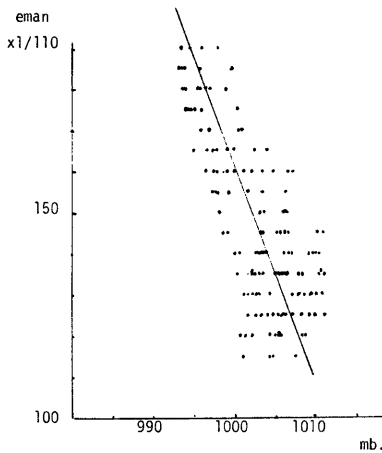


Fig. 8. Relation variation of Radon content and change of atmospheric pressure observed at Kyoto Univ..

#### 4. 結 び

ラドン濃度の変化と気圧の相関が意外に強いことが解った。10mbの気圧の変化は5/10 *emans* のラドン濃度の変化として表われる。気圧の影響が除かれたなら、初田の結果から読取れる変化やタシュケントでの変化は十分検知できるであろう。地震時の応力降下は10~100 *bars* と低い前兆時間を考慮に入れても、地震前の応力変化の勾配は、10mb 以上にはなるだろう。次に予備観測の結果を示すと

- i) ラドン濃度の変化は気圧と逆相関である。
- ii) ラドンの変化は12時, 24時, 3, 4日にピークをもつ
- iii) これらのピークは人為的なものでも季節的なものでもない。
- iv) 気圧による変化量を補正するとラドンの変化は5/100 *emans* 程となる。

以上のように、ラドン濃度の変化は、地震前兆として現れる量に比べて、通常の変化は非常に小さく、又外因に対しては、感度が良い。ラドンの濃度変化を観測することにより、地震の前兆を捕えることも可能であると考えられる。

#### 参 考 文 献

- 1) Hatsuda, Z. : Mem. Coll. Sci., Ser. B, 20, 285 1953.
- 2) 脇田 宏 : 自然, 33, (10)75(1978)
- 3) 〃 : 1977年地震学会訪中代表団報告集, 133 (1978)
- 4) Nishimura, S. : The effect of artificial earthquakes for Radon content in soil air near the ground surface, Mem. Higashiyama High School, 1959, 6, 69-71.
- 5) 西村 進 : 水中のラドンの測定とその応用 (II) Radioisotopes, vol. 27. No. 12 (1978)