

大阪産業大学経済学部 正会員 ○栗田 功
大阪産業大学工学部 正会員 平塚 彰

大気中に存在するラドン及びその娘核が、我々の生活や環境に影響を及ぼすことが、わかっている。まず、肺ガンの原因物質としての人体への影響が挙げられる。他にも、水中のラドン濃度を連続的に測定することで、その変化から地震予知ができる可能性が期待されている。さらに、核子崩壊実験の際のバックグラウンドノイズとして問題とされている。したがってラドン濃度を測定する事は、この様な影響を調べる手掛かりとなる。その測定方法について、様々な研究が行なわれてきている。今まで行なわれてきた測定方法は、ラドン、及びその娘核を捕集し、それを半導体検出器やシンチレーションカウンターなどで測定する方法が行なわれてきた。今回我々は、検出器の検出表面に直接、電氣的にラドン娘核を捕集し、その娘核が崩壊した時に出す α 粒子を検出することによって、大気中のラドン濃度を測定した。この測定方法には次の二つの利点がある。①検出表面で放出された α 粒子を直接測定しているため、 α 粒子が大気中を飛行する際に生ずるエネルギー損失がないため、エネルギースペクトルの分解能が良い。②検出表面に負の電圧を印加することによって、正のイオンとして存在している確率が高いラドン娘核を、検出表面自体に捕集することができるため、測定効率が良い。

この様な測定方法を行うのに適した検出器として、本研究ではシリコンフォトダイオード（以下、SSD。有感面積48x48mm）を用いた。今回この測定法の有用性を確認した。さらに、環境の違いで放射性物質の濃度が変化することを、測定によって示し、生活環境によって環境中の放射性物質濃度が変化することを確認・考察した。

測定する場所にチェンバー（ $\Phi=350\text{mm}$, 深さ200mm）を置き、その中にSSDを置き観測したい環境放射能からの α 粒子を測定した。SSDはシリコン表面にマイナスバイアスをかけて、基盤は0V（アース）にして使用した。SSDからの信号はプリアンプ、メインアンプで増幅させて、マルチチャンネルアナライザー（以下、MCA）で測定した。また、チェンバー内は真空ポンプにより真空にすることが出来る。これは放射性物質からの α 粒子を測定する際、チェンバー内を真空にすることによって、 α 粒子が放射性物質からSSDまでの間にエネルギーを落とすことが無く、MCAで観測されるエネルギースペクトルがシャープに形成され、分解能が上がるという利点がある。

場所によって、大気中に存在する自然放射性原子の量がどれくらい違うか比較した。予備実験の結果から大気中には、ウラン系列の放射性元素が多く存在するということがわかったので ^{218}Po から放出される α 粒子の個数を比較することによって、大気中の放射性元素の量を比較することにした。

この実験では建物の屋上、同じく建物の密閉された部屋、地球科学の鉱石が保管してある倉庫、3個所の空気を測定した。屋上の空気は周辺にコンクリートの壁や地面など自然放射元素を放出するものがなく、密閉された部屋は逆にコンクリートや鉛の壁で覆われているため、それらの影響による差がみられると考えたからである。鉱石の倉庫はコンクリートの壁に覆われているうに、部屋中に置いてある鉱石から、大量の放射性元素が放出されていると考えたためである。測定結果は以下の通りになった。

Table 場所別の測定結果

場所	測定時間（秒）	6.003MeV（個）	7.687MeV（個）	ラドン濃度（Bq・m ⁻³ ）
屋上	76200	142 $\pm$ 12	330 $\pm$ 18	0.46 $\pm$ 0.02
密閉された部屋	60910	3152 $\pm$ 56	7576 $\pm$ 87	13.0 $\pm$ 0.14
鉱石の倉庫	12260	4457 $\pm$ 67	7425 $\pm$ 86	63.0 $\pm$ 0.74

Isao AWATA, Akira HIRATSUKA

^{218}Po から放出される6.003MeVの α 粒子の個数はいずれも、507～527chの積分値で求めた。7.687MeVの α 粒子の個数はいずれも、651～677chの積分値で求めた。また、ラドン濃度は7.687MeVの α 粒子の個数を測定時間とチェンバーの容積で割った値二倍して求めた。理由は、SSD上の原子（イオン）は当局的に α 粒子を放出するため、SSDで検出できているのはその内の半分だけだと考えられるためである。ラドン濃度を7.687MeVの α 粒子の個数から求めたのは、チェンバー内、及び、SSD上において放射平衡になっているのに、6.003MeVの α 粒子の個数と7.687MeVの α 粒子の個数に倍ぐらいの差が見られたからである。これは、6.003MeVの α 粒子を放出する ^{218}Po の半減期が7.687MeVの α 粒子を放出する ^{214}Po のそれと比べて短いため、SSDから遠く離れた ^{218}Po イオンがSSDに到達する前に崩壊してしまっているため、チェンバー内のすべての ^{218}Po イオンを捕集出来ていないためと考えられる。したがって、半減期が長い ^{214}Po はすべて捕集できていると仮定して、そこからラドン濃度を求めた。

検出率で比較すると、密閉された部屋の検出率は屋上の検出率の約30倍もあり、鉱石の倉庫の検出率は屋上の約35倍も多いことがわかった。このことから、コンクリートや鉛の壁から自然放射性物質が放出されており、鉱石からはさらに自然放射性物質が放出されていることが予想される。また、コンクリートや土壁から拡散されるラドンの寄与が考えられる室内においては、ラドン濃度は $10\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上である。したがって、上の条件を含む室内で測定した密閉された部屋のラドン濃度は $10\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ と検出されたため、今回の測定ではチェンバー内の ^{214}Po は、ほぼすべて捕集できたと考えられと同時に、その測定法がラドン濃度の測定法として有用だという事が確認できた。

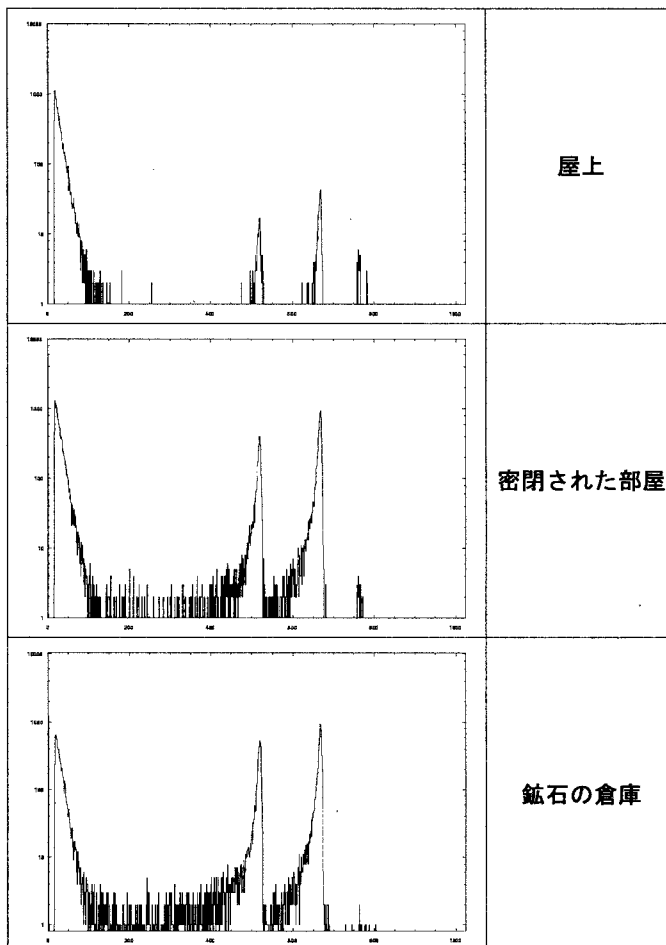


Fig 各測定地点の放射能スペクトル