

沖縄本島中南部地区に於けるラドン濃度について

金城義勝 長嶺弘輝
比嘉尚哉 阿部史朗¹⁾

Indoor, Outdoor Radon-222 Concentration Measured at Central and Southern Okinawa Island

Yoshikatu KINJO, Koki NAGAMINE, Naoki HIGA
and
Siro ABE¹⁾

1) National Institute of Radiological Science

I はじめに

地殻構成元素の一種であるウランは半減期が約45億年という地球誕生以来の自然放射線源で、次々と系列をなして崩壊し最後に安定元素の²⁰⁶Pbとなる。ウランが系列をなして崩壊する途中で²²⁶Ra(半減期1600年)が出来、その²²⁶Raが崩壊して希ガスの²²²Rn(ラドン)となり地中から大気中に拡散する。

一般にウランは土壌、岩石中にppmオーダー¹⁾で存在し、その含有量は地質に依存する。それ故、地球上の人間は多かれ少なかれラドンの影響を被る。

1982年のUNSCEAR Report(国連科学委員会報告)²⁾によれば、これまで地球上の人間は宇宙線、大地、食物等から平均して1年間に約1mSvの自然放射線を浴びているものと考えられていたがICRP publication26(国際放射線防護委員会勧告)により実効線量当量の概念が導入されたことからこれまで組織別に評価されていたラドンの影響が全身を対象に評価できるようになり、その結果、ラドンによる影響が更に約1mSv上乗せされ地球上の人間は自然放射線源から平均年間約2mSv被曝することが推察された。

この様な背景からラドンによる被曝線量が急にクローズアップされ、科学技術庁放射線医学総合研究所はラドンの寄与による日本国民の被曝線量

を推定する目的で全国のラドン調査を実施した。当研究所でも全国ラドン調査の一環として、共同研究でラドン調査に参加する機会が得られたので結果を報告する。

II 使用測定器

測定は名古屋大学で開発した静電式積分型ラドンモニター^{3,4)}の市販型モデル、アロカ積分型ラドンモニター(GS-201B)を使用した。

このモニターは外形寸法が約270mmφ×225(h)mmで、内部に315Vの静電場を持ち、モニター下部のメンブランフィルターを通してラドンが自然換気で入るような構造になっている。固体飛跡検出器にはCN(硝酸セルロース)フィルムが使用され、内部に入ったラドンが崩壊して出来る娘核種の²¹⁸Po(ポロニウム)からのα線(6.0MeV)のみがCNフィルムに飛跡を造る。

CNフィルムはNaOH溶液でエッチングし、出来たエッチピットをマイクロフィジューダーを用いて計測しラドン濃度に換算する^{3,4)}。

²¹⁸Poの静電捕集効率は湿度に依存するので、モニター内部は五酸化リンで除湿する方法が採られている。

III 調査対象地域および測定方法

沖縄県の総人口は約120万人で、その1/4が那覇市に在住している。今回はラドンの寄与による国民の被曝線量を得ることが調査目的であるこ

1)放射線医学総合研究所

とから、人口の多い那覇市を中心に南部地区は豊見城村、大里村、玉城村、中部地区は浦添市、宜野湾市、中城村を調査対象とした。

調査対象家屋数はラドンモニターの数の制約から15戸とし、各戸毎に各々屋外測定用、屋内側定用として計2個ずつ設置した。

屋外測定用は地域分布、屋内測定用は地域分布と共に家屋構造、家屋建材など含めた家屋毎の違いを求めるためである。

Fig. 1 に調査対象地域および測定地点を示した。

測定調査は1985年(昭和60年)12月から始め1987年(昭和62年)6月に終了した。その間、約2月毎にCNフィルムと五酸化リンを交換し放射線医学総合研究所に送付した。

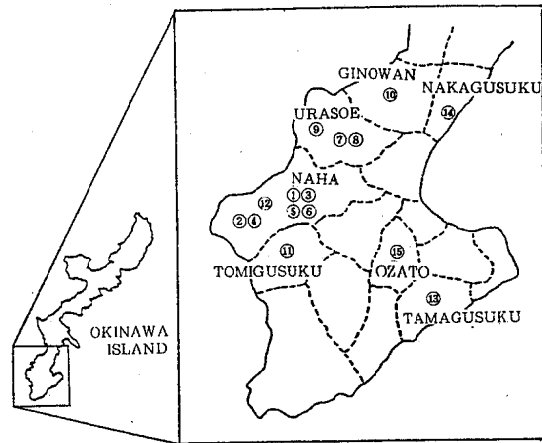


Fig.1. Map of Radon-222 measurement locations.

IV 調査結果および考察

1985年12月から1987年6月まで調査した各測定毎の屋内、屋外におけるラドン濃度の結果をTable 1にまとめた。

Table 1. Indoor, Outdoor Radon-222 concentrations (Bq/m³) measured at Central and Southern Okinawa island from Dec.'85 to Jun.'87.

No.	I N D O O R				O U T D O O R				E F E R E N C E	
	MIN.	MAX.	MEAN	S.D.	MIN.	MAX.	MEAN	S.D.	TYPE OF HOUSE	MEASURED FLOOR
1	4.0	18.3	8.6	4.7	1.2	4.9	2.3	1.2	Concrete block	1st floor
2	1.7	15.9	6.5	4.4	0.9	3.8	2.3	1.1	Concrete block	1st floor
3	2.1	12.6	6.0	3.2	0.7	3.4	1.9	0.9	Concrete block	2nd floor
4	0.9	4.0	2.2	1.1	1.0	7.7	2.7	2.0	Wooden	1st floor
5	3.9	11.0	6.3	2.5	36.2	278.3	133.7	71.2	Concrete block	1st floor
6	1.9	17.8	8.0	4.7	1.0	3.7	2.5	0.9	Concrete block	2nd floor
7	2.2	8.9	4.1	2.1	0.5	2.7	1.1	0.7	Concrete block	2nd floor
8	2.3	9.5	5.7	2.4	0.6	8.8	2.3	2.5	Concrete block	1st floor
9	5.7	23.7	16.5	5.4	0.6	3.4	1.6	0.9	Concrete block	1st floor
10	2.2	10.9	5.2	2.7	1.0	4.3	2.3	1.1	Concrete block	1st floor
11	9.5	41.3	21.2	10.1	0.9	19.6	8.1	5.3	Concrete block	1st floor
12	1.1	6.2	2.7	1.6	0.9	1.8	1.4	0.3	Concrete block	2nd floor
13	3.3	38.4	17.6	11.0	1.1	16.9	7.0	5.2	Concrete block	1st floor
14	4.4	23.4	10.2	6.4	0.9	3.4	2.0	0.8	Concrete block	1st floor
15	5.4	31.0	16.9	7.9	1.4	13.4	3.2	3.9	Concrete	1st floor

Table 1 をまとめるにあたり異常値は各測定点毎の経月変化、調査月における各測定点のヒストグラフおよびt検定等を行い総合的に判断して棄却した。但し、屋外におけるラドン濃度の測定結果の欄でNo.5地点は庭の土壌表層からのラドンを直接測定した空気換算値であり、特殊な測定例としてあえて記載した。

沖縄県では資源、台風対策等の関係で十数年前から木造建築に代わり新築住宅はコンクリート・ブロック建築が盛んである。現在ではほとんどの一般住宅がコンクリート・ブロックである。このような住宅背景から今回測定した15家屋の建築構造内訳は、木造建築が1戸、コンクリート・ブロック建築が13戸、コンクリート建築の公共施設が1という割合になっている。

Table 1 の屋内ラドン濃度の調査結果でNo.9, 11, 13, 15地点の平均値が1桁オーダ高いことからモニター設置の環境条件を考察してみた。

No.9の測定地点は丘の斜面を利用した半地下構造の2階建て住宅であり、屋内用モニターは半地下の部屋に設置されている。住宅は土・日曜日を除いて平日の昼間は閉め切った状態が多く、屋外のラドン濃度は他の測定地点と同レベルである。このことから住宅の密閉状況によるラドン濃度上昇が推察される。

No.11の測定地点は住居の奥まった畳間に設置してあり住宅は閉め切った状況が多い。また、住宅は斜面を切り開いた住宅地にあり、屋外のラドン濃度も他の測定地点に比べ約3～4倍ほど高い傾向がみられることから地層との関連が推察される。

No.13の測定地点は石灰岩地層に建てられた住宅で、モニターは洗濯機が置かれているユーティリティ室に設置され小窓は絶えず開かれており勝手口がある。また、屋外ラドン濃度も他の地点に比べ約2～3倍ほど高い傾向にありNo.11同様に地層との関連が推察される。

No.15の測定地点は丘を切り開いて建てられた公共施設の中の部屋で、年間を通して空調されており、屋外のラドン濃度も他の測定地点と同レベルであることから空調設備の影響が考えられる。

1. 屋内ラドン濃度

今回調査した沖縄本島中南部地区のラドン濃

度は0.9～41.3 Bq/m³ の範囲に分布しており、度数分布をヒストグラフで示すとFig. 2 とおりとなる。このデータを用いて中央値、算術平均値、幾何平均値を求めてみると5.8 Bq/m³、9.2 ± 8.0 Bq/m³、6.5 Bq/m³となり、阿部らの調査した日本全国平均値（幾何平均値で10Bq/m³）⁵⁾ に比べ低い地域に属することが推察される。

ちなみに、EPA（米国環境保護局）⁶⁾ は屋内のラドン濃度が4 pCi/L (150 Bq/m³) を超えた場合、対策を講じるよう勧告しており今回の調査地区ではEPAの対策レベルを超える値は検出されていない。

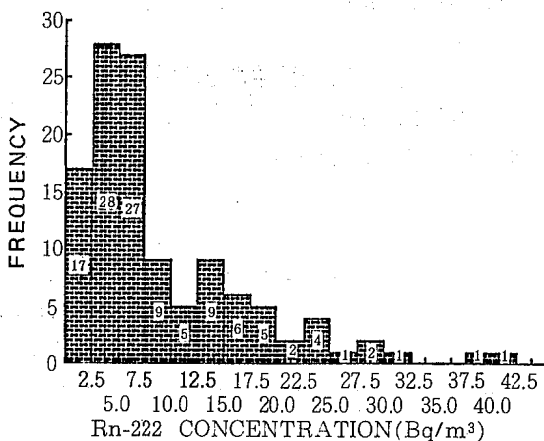


Fig.2. Frequency distribution of Indoor Radon-222 concentrations.

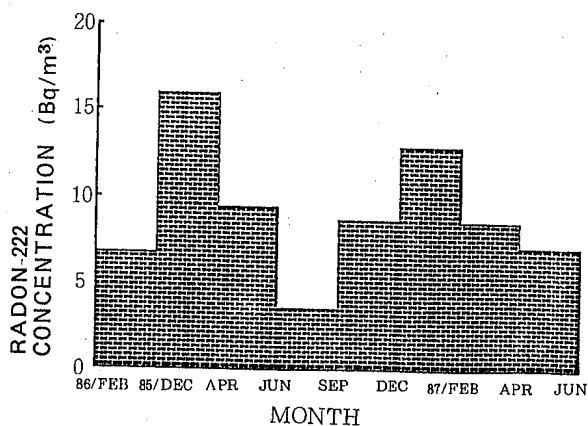


Fig 3. Variation of Indoor mean Radon-222 concentrations from Dec. '85. to Jun. '87.

Fig. 3 はラドン濃度の季節変動を見るために約2月毎に各測定地点で得られたデータを平均化しヒストグラムで示した図である。これより今回の調査対象地域も他の報告書⁷⁾同様に夏期に低く、冬季から春先にかけて高くなる特徴的な傾向があることが分かった。

2. 屋外ラドン濃度

屋外のラドン濃度は0.5～19.6 Bq/m³の範囲に分布しており度数分布のヒストグラフをFig. 4に示す。屋外のラドン濃度の中央値1.8 Bq/m³、算術平均値2.9±3.2 Bq/m³、幾何平均値で2.1 Bq/m³である。この値も日本全国平均値(幾何平均値5 Bq/m³)⁵⁾に比べ低い傾向にある。

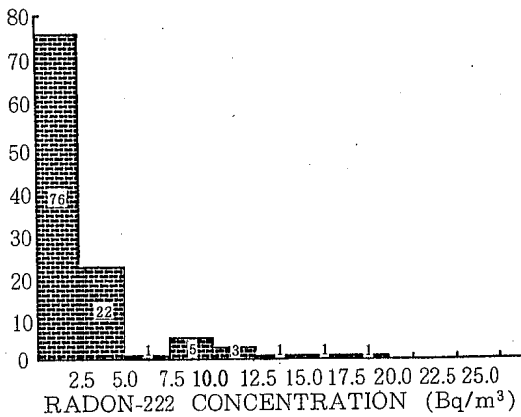


Fig. 4. Frequency distribution of Outdoor Radon-222 concentrations.

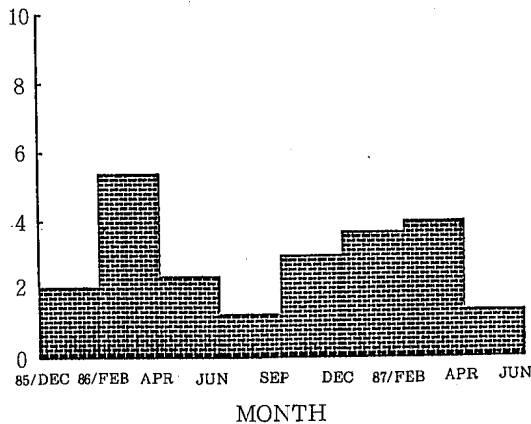


Fig. 5. Variation of Outdoor mean Radon-222 concentrations from Dec. '85. to Jun. '87.

屋外のラドン濃度の季節変動はFig. 5に見られるように夏期に低く、冬季から春先にかけて高くなる傾向を示した。

(屋内/屋外)ラドン濃度の比率は3.1で阿部らの全国調査による値1.85(約2)⁵⁾に比べ約1.5倍ほど高い傾向が見られたが、コンクリート・ブロック建築による密閉性の差異に依るものか、調査件数の差異に依るものか現在のところ不明である。

V まとめ

1985年12月から1987年6月まで放射線医学総合研究所との共同研究で沖縄本島中南部地区(那覇市、浦添市、宜野湾市、中城村、豊見城村、大里村、玉城村)の屋内、屋外におけるラドン濃度の測定調査を実施した。

今回実施した調査対象地区の屋内ラドン濃度は0.9～41.3 Bq/m³の範囲で分布しており、その分布の中央値は5.8 Bq/m³、幾何平均値が6.5 Bq/m³、算術平均値で9.2±8.0 Bq/m³であった。

屋外のラドン濃度は0.5～19.6 Bq/m³の範囲で分布しており、その中央値は1.8 Bq/m³、幾何平均値が2.1 Bq/m³、算術平均値で2.9±3.2 Bq/m³である。

ラドン濃度の季節変動を見てみると、屋内、屋外共に夏期に低く、冬季から春先にかけて高くなる傾向を示した。

今回得られたラドン濃度を全国平均値(幾何平均値で屋内:10 Bq/m³、屋外:5 Bq/m³)⁵⁾と比べても屋内、屋外とも全国平均値の約2/3の濃度であり、調査対象地区のラドン濃度は低い地域に属することが推察された。また、EPA(米国環境保護局)が勧告している対策レベル(150 Bq/m³)⁶⁾を超えるラドン濃度は検出されなかった。

今回の調査結果から仕事の都合等で住宅が閉め切られた状況の多い家庭、空調された部屋では一般的に屋内ラドン濃度が高くなる傾向が見られた。

また、地層に起因して屋内のラドン濃度が高くなったと推察される測定地点が2箇所見られた。

最後に、今回の調査結果を本稿にまとめるにあたり、機会を与えて下さいました放射線医学総合

研究所環境衛生第一研究室長の阿部史朗博士に深く感謝の意を表します。

VI 参考文献

- (1) 山根 登、“微量元素 —環境科学特論—”, 産業図書、p.10 (1979)
- (2) UNSCEAR, “Ionizing Radiation: Source and Biological Effects”, UNSCEAR Report. United Nations, New York (1982)
- (3) Iida T. Ikebe Y. and Hattori T., “An Electrostatic integrating ^{222}Rn monitor with cellulose nitrate film for environmental monitoring”, Health Physics. Vol.54, No.2, pp. 139-148, (1988)
- (4) 日本保健物理学会企画委員会、ラドン・トロン測定研究専門委員会、“ラドンとその娘核種—測定と校正—”, p.66-68、(1988)
- (5) 阿部史朗、阿部道子、藤高和信、他、“ラドン等による日本人の国民線量への寄与”, 日本保健物理学会、23回研究発表会講演要旨集、(1988)
- (6) EPA, “A Citizen’s Guide To Radon”, OPA-86-004, Washington, D.C. (1986)