



ラドン濃度全国調査最終報告書

平成4年度～平成8年度
屋内ラドン濃度全国調査

平成9年3月

放射線医学総合研究所

ラドン濃度測定・線量評価委員会

要旨

この調査はわが国の全国的な屋内ラドン濃度の現状を把握するため、平成4年度から平成8年度までの5年間をかけて実施されたものである。測定はラドンとトロンを弁別して測定し得る様に開発されたラドン・トロン弁別測定器を用いて行われた。トロンを完全に排除し、ラドンのみの濃度を求めたものとしては、わが国唯一の全国規模の調査である。但し、この調査は測定器数等の制限により各都道府県の20軒に測定対象家屋数を限定し、日本全国の平均的な屋内ラドン濃度が求められるように企画されたものである。屋内のラドン濃度はその家屋の所在場所の地質的な特性のみならず家屋構造に大きく依存することが知られている。従って、各都道府県の測定対象家屋はその都道府県の家屋構造割合を正しく反映するようにすることが望ましい。しかしながら、測定対象家屋数が少なく、必ずしもそのようにサンプリングすることが出来なかつたため、データは各都道府県別ではなく、地方毎に纏めることとした。地方毎にデータを纏めることにより対象家屋と住宅統計に示されている家屋構造の割合が比較的良く一致したため、地方毎に纏めた濃度結果はその地方の屋内ラドン濃度の代表値を示していると考えられる。

全国の年間平均屋内ラドン濃度の算術平均は 15.5 Bq m^{-3} 、その標準偏差は 13.5 Bq m^{-3} で、幾何平均及び幾何標準偏差はそれぞれ 12.7 Bq m^{-3} と 1.78 であった。また、屋内ラドン濃度の中央値は 11.7 Bq m^{-3} と求まった。90%の家屋の濃度は 27 Bq m^{-3} 以下で、97.5%の家屋の濃度は 52 Bq m^{-3} 以下、99.5%は 82 Bq m^{-3} 以下であった。この調査で見いだされた最大ラドン濃度は 208 Bq m^{-3} であった。

この調査においてラドン濃度が特に高い地方は見出されていない。しかしながら、中国や近畿、九州・沖縄地方ではラドン濃度は比較的高く、関東地方では比較的低い値であった。この結果は大地からのガンマ線レベルと同じ傾向を示し、ラドン濃度においても西高東低の濃度差が認められている。

この調査においてラドン濃度の季節的な変化が認められた。第3四半期（10～12月）において最も高いラドン濃度（中央値： 15 Bq m^{-3} ）が、第2四半期（7～9月）において最も低いラドン濃度（中央値： 9 Bq m^{-3} ）が観測された。

アンケート調査で使用した家屋構造分類別の屋内ラドン濃度を比べると、コンクリートブロックの家屋は他の家屋構造よりも高いラドン濃度を示した。算術平均で見ると、コンクリートブロック造りの次に、コンクリート造り、鉄骨、木造が続き、プレハブ家屋は最も低いラドン濃度を示した。コンクリート造りは木造よりも8割も高いラドン濃度を示している。

さらに詳細なデータとして当報告書の付属参考資料に各都道府県別のラドン濃度を掲載したが、本文末尾の7頁に記載した注意書きを参考にそれらのデータを利用して頂きたい。各都道府県別のラドン濃度、比較的高いラドン濃度を示す家屋の原因、屋外ラドン濃度、職場環境等におけるラドン濃度等については今後の調査研究が必要と考えている。

ここに示したラドン濃度等の数値は日本分析センターの報告書に記載されているデータと同じデータソースを基に纏めたものである。しかしながら、データの取捨選択基準が本委員会と日本分析センターとで異なるため、日本分析センターの最終報告書と、当報告書とは若干異なる数値を示している。但し、我が国の値として今後使用されてゆくべき値は当報告書に記載されている数値であると考えている。データの取捨選択に関する詳細は本文中と付属参考資料とに示してある。

目次

1. 緒言	1
2. 測定方法・校正実験	1
3. データの取捨選択	2
4. データの取りまとめ	2
5. 年間平均ラドン濃度の誤差	3
6. 調査結果	3
6-1. 地方別ラドン濃度集計	3
6-2. 全国ラドン濃度集計	4
6-3. ラドン濃度の季節変動	5
6-4. 家屋構造別ラドン濃度	5
6-5. 家屋構造別ラドン濃度の季節変動	6
7. 結論	6
謝辞	7
注意書き	8
付属参考資料	15
A. データの取捨選択	15
A-1. 引っ越し	15
A-2. 処理上の異常	15
A-3. 不適切な設置場所	15
A-4. 極端に低い濃度	15
B. 都道府県別ラドン濃度集計	16
委員会開催日時及び委員名簿	20
ラドン濃度測定・線量評価委員会	20
線量評価手法検討部会	21
技術検討ワーキンググループ	21

1. 緒言

一般環境中のラドンは肺に大きな線量を与える可能性が指摘され、国連科学委員会 (UNSCEAR) の報告及び国際放射線防護委員会 (ICRP) の勧告で取り上げられてから、公衆の放射線被ばくの観点より注目されてきた。

本調査は、我が国の居住環境におけるラドン濃度を測定し、国民線量の推定・評価に資することを目的に環境放射能水準調査の一環として科学技術庁原子力安全局・防災環境対策室の指導のもと、放射線医学総合研究所がラドン濃度測定・線量評価委員会、線量評価手法検討部会、技術検討ワーキンググループを、日本分析センターがラドン濃度水準調査検討委員会を設けて実施してきたものである。

平成4年度に開始した一般家屋の屋内濃度の調査は、各都道府県を対象として実施され、平成8年度の第1四半期をもって終了した。今回この5年間の調査結果をとりまとめたのでその結果について報告する。

この調査ではラドンとトロンを弁別して測定し得る様に開発されたパッシブ型ラドン・トロン弁別測定器を用いて、屋内ラドン濃度の測定を行った。トロンを完全に排除し、ラドンのみの濃度を求めたものとしては、わが国唯一の全国規模の調査である。この調査では測定器数等の制限により各都道府県の20軒に対象家屋数を限定し、日本全国の平均的な屋内ラドン濃度が求められるように企画されたものである。

平成8年度第4四半期より日本分析センターにおいては全国屋外ラドン濃度調査を開始した。これにより、更に詳細なラドン濃度の全国的なプロフィールが得られるものと期待される。

2. 測定方法・校正実験

この調査では各都道府県の衛生公害研究所や衛生環境研究所等の協力の下に、各都道府県から20軒の家屋を選出し、調査対象とした。測定器は各調査対象家屋の一ヶ所、主として、寝室、居間等の居住時間の長い場所において、3ヶ月の積算濃度を4回計測し、年間の平均ラドン濃度を求めた。表1に調査した都道府県の実施年度を示す。平成4年度は予備調査及び全国調査の準備期間であり、平成8年度は最後のグループの第1四半期の調査とその後のフィルムのエッチング処理、データ解析の期間に当たった。

表1. ラドン濃度調査実施都道府県

年 度	県数	県 名	家屋数
平成5年度	14	北海道、青森、福島、茨城、新潟、石川、福井、静岡、京都、島根、岡山、愛媛、佐賀、鹿児島	280
平成6年度～ 7年度	17	岩手、秋田、山形、千葉、富山、山梨、岐阜、愛知、兵庫、鳥取、広島、山口、徳島、高知、福岡、長崎、熊本	340
平成7年度～ 8年度	16	宮城、栃木、群馬、埼玉、東京、神奈川、長野、滋賀、三重、大阪、奈良、和歌山、香川、大分、宮崎、沖縄	320
合 計	47		940

測定には放医研で開発したパッシブ型ラドン・トロン弁別測定器をもちいた。測定器内の検出部にはポリカーボネイト（ユーピロン）を用い、電気化学エッチングによってラドン及びラドン娘核種によって生じた傷を拡大し、エッチピット密度を読みとり、ラドン濃度に換算した。

測定器に装着されたポリカーボネイトのエッチピット数からラドン濃度を求めるためには既知の濃度の曝露場において測定器を曝露しなければならない。国内におけるこの校正実験では名古屋大学と動力炉核燃料開発事業団の協力を頂いて実施した。更に、国外においては英国の NRPB で3回の校正実験をおこなった。最終的な結果の値付けは NRPB が世界のラドン標準チェンバーの一つに認定されていることを考慮に入れ、NRPB における3回の校正実験の結果に基づいて行った。その校正定数は $0.0282 \pm 0.0014 \text{ tracks cm}^{-2} (\text{Bq m}^{-3} \text{ day})^{-1}$ である。

3. データの取捨選択

データの取りまとめに際し、得られた測定結果から、エッチング条件や測定器の設置方法が適切でなかったもの、引っ越し等で一年間を通しての結果が得られなかったもの、設置場所が適切でなかったものを除き、一年間に相当する4期分のデータが揃っている家屋について年間平均屋内ラドン濃度を求めた。取捨選択をおこなった詳細は付属参考資料に記載した。

これらのデータの吟味に基づいて940軒のデータから合計41軒のデータが取りのぞかれ、解析に利用できるデータ総数は899軒分となった。

4. データの取りまとめ

各県の調査対象家屋は20軒であるが、その20軒は調査協力を承諾いただいた家屋に付いてのものであり、必ずしもその県の家屋構造分布を反映するにはサンプリングされていない。これまでの研究において家屋構造によって屋内ラドン濃度に差異が認められている。従って、測定対象の家屋構造に偏りのある各都道府県毎の平均屋

内ラドン濃度はその県の代表的な値とはならず、他県との比較も余り意味を持たないと考えられる。従って、ここでは、各県の平均ラドン濃度を求めずに、集計する範囲を広げ、地方毎の平均屋内ラドン濃度を求めた。地方毎の屋内ラドン濃度においても測定対象の家屋構造割合はその地方の家屋の存在割合を反映しているとは限らないが、地方毎にまとめることによって家屋数も増加し、統計上の家屋構造割合と対象家屋の家屋構造割合とのずれが小さくなり、その地方を代表するラドン濃度が求められると判断した。このような判断の下に集計した地方は表2に示す7地方である。

表2. ラドン濃度を集計した地方名と構成都道府県名

地方名	県数	県名	家屋数
北海道・東北	7	北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島	138
関東	7	茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川	134
中部	9	新潟、富山、石川、福井、山梨、長野、岐阜、静岡、愛知	174
近畿	7	三重、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山	132
中国	5	鳥取、島根、岡山、広島、山口	95
四国	4	徳島、香川、愛媛、高知	78
九州・沖縄	8	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎鹿、児島、沖縄	148

5. 年間平均ラドン濃度の誤差

ポリカーボネイトのエッチピット密度計測上の統計誤差、及び校正定数に付随する誤差を考慮に入れ、年間平均ラドン濃度推定値の誤差評価を行った。1個の測定器から推定される3ヶ月間の平均ラドン濃度の相対標準偏差は約 3 Bq m^{-3} のラドン濃度の場合で50%、約 6 Bq m^{-3} の濃度で30%、約 10 Bq m^{-3} の濃度で20%と推定される。この測定では3ヶ月間の測定を4度繰り返している。従って、合計4個の測定値から求められた年間平均屋内ラドン濃度の誤差は上記の値の約1/2となる。標準偏差の3倍に対応する濃度を検出下限とすると、4個の測定器を用いて年間平均屋内ラドン濃度を求めるこの測定方法では検出下限濃度は約 2.5 Bq m^{-3} となる。

6. 調査結果

6-1. 地方別ラドン濃度集計

北海道と東北、関東、北陸と中部、近畿、中国、四国、九州と沖縄の7地方のそれぞれの有効測定結果の平均値をその地方のラドン濃度とした。ここで、県毎の家屋数

の差異、有効測定結果の家屋構造分布と地方の家屋構造分布の違いに対する補正は行わなかった。図 1 に地方別測定対象家屋の家屋構造分布とその地方の家屋構造分布（総務庁統計局による住宅統計調査報告より纏めたもの）との対応を示した。関東（木造で 12% の差、コンクリートで 11% の差）と近畿地方（木造で 11% の差、コンクリートで 15% の差）を除くと他は測定対象家屋と住宅統計との割合の違いは木造で 7% 以内、コンクリートで 8% 以内であった。関東と近畿地方は大都市のコンクリート家屋の割合が多いのを反映して、木造家屋の割合が他の地方と比べても少なくなっている。地方別の平均値、中央値、90 パーセントタイル、最大値の濃度を表 3 に示した。また、中央値の濃度を 4 段階の色分けにして日本地図上に表記したものが図 2 である。ラドン濃度が特に高い特定の地方は見出されていない。ラドン濃度の比較的高い地方が中国や近畿、九州・沖縄地方に、低い地方として関東地方が見出されている。ガンマ線のレベルに見いだされている西高東低の傾向がラドン濃度においても認められる。

表 3. 地方別の平均ラドン濃度

地方名	家屋数	算術平均 Bq m ⁻³	標準偏差 Bq m ⁻³	中央値 Bq m ⁻³	90パーセントタイル Bq m ⁻³	最大値 Bq m ⁻³
北海道・東北	138	16.0	12.9	12.4	31	85
関東	134	12.4	9.5	9.7	22	70
中部	174	14.1	9.4	11.5	26	63
近畿	132	17.1	16.2	12.7	29	143
中国	95	16.7	9.8	14.4	29	55
四国	78	14.4	8.7	12.2	21	61
九州・沖縄	148	17.6	20.4	12.7	29	208
全国	899	15.5	13.5	11.7	27	208

6-2. 全国ラドン濃度集計

都道府県別の家屋数、有効測定結果の家屋構造分布と全国の家屋構造分布の違いに対する補正は行わず、すべての有効測定結果の平均値を全国の平均ラドン濃度とした。測定対象家屋の家屋構造割合は木造、コンクリート、ブロック造りがそれぞれ 75, 23, 2% で住宅統計におけるそれぞれの割合は 70, 30, 1% であり、測定対象家屋の構造割合はおおよそ現在の家屋構造の割合を反映しているようである。この全国調査によって得られた屋内ラドン濃度の頻度分布を図 3 に示す。おおよそ対数正規分布を示しているようであるが、詳細に見ると 3 つの分布が重なっているようである。899 軒のラドン濃度の算術平均は 15.5 Bq m⁻³、その標準偏差は 13.5 Bq m⁻³で、幾何平

均及び幾何標準偏差はそれぞれ 12.7 Bq m^{-3} と 1.78 であった。屋内濃度の中央値は 11.7 Bq m^{-3} と求めた。日本の屋内ラドン濃度はスウェーデン（算術平均値: 108 Bq m^{-3} ）や米国（算術平均値: 46 Bq m^{-3} ）などに比べ低く、90%の家屋の濃度は 27 Bq m^{-3} 以下で、97.5%の家屋の濃度は 52 Bq m^{-3} 以下、99.5%は 82 Bq m^{-3} 以下であった。この調査で見いだされた最大ラドン濃度は 208 Bq m^{-3} で沖縄県のコンクリートブロック家屋であった。米国の EPA のアクションレベル 150 Bq m^{-3} を越える家屋は899軒中1軒であった。また、国際放射線防護委員会（ICRP）の居住環境に対する対策レベル（ $200 \sim 600 \text{ Bq m}^{-3}$ の範囲を勧告）の低い方の濃度を越える家屋が1軒見いだされている。

6-3. ラドン濃度の季節変動

この測定においては各四半期毎（即ち、第1四半期（4～6月）、第2四半期（7～9月）第3四半期（10～12月）第4四半期（1～3月））の積算ラドン濃度を測定した。この測定時期の区分は会計年度に従ったものであって、通常の季節区分とは1ヶ月づれている。各季節の変わり目は明確に3月1日、6月1日、9月1日、12月1日と定められるものでもなく、地方によっても各季節の始まる時期が異なっている。しかしながら、この測定時期区分によっても、季節的な変動が求められるものと考え、以下の考察を行った。図4は各四半期の測定結果を対数正規確率紙上に示したものである。四半期毎のラドン濃度には明らかな差異が認められ、第3四半期（10～12月）において最も高いラドン濃度（中央値： 15 Bq m^{-3} ）が、第2四半期（7～9月）において最も低いラドン濃度（中央値： 9 Bq m^{-3} ）が認められた。一般的に知られている冬季の高いラドン濃度は第4四半期（1～3月）よりも第3四半期（10～12月）において顕著に現れている。ここに認められている季節変動は主として窓の開閉頻度の季節による差異を反映しているものと考えられる。

6-4. 家屋構造別ラドン濃度

調査対象となった全国の家屋を構造別に分類し、家屋構造毎の算術平均、標準偏差、中央値、90パーセンタイル、最大値を求めた。分類した家屋構造はラドン濃度測定と合わせて行った調査対象家屋のアンケート項目に従い、木造、鉄筋コンクリート、鉄骨、コンクリートブロック、プレハブに分類した。表4に家屋構造別のラドン濃度集計結果を示す。コンクリートブロックの家屋は算術平均、中央値ともに他の家屋構造よりも高いラドン濃度を示している。しかし、測定対象内に16軒しかコンクリートブロックの家屋が存在していないことも反映して標準偏差がとても大きい。算術平均で見ると、コンクリートブロック造りの次に、コンクリート造り、鉄骨、木造と続き、プレハブ家屋は最も低いラドン濃度を示した。コンクリート造りは木造よりも8割も高いラドン濃度を示している。

表4. 家屋構造別屋内ラドン濃度

家屋構造	家屋数	算術平均 Bq m ⁻³	標準偏差 Bq m ⁻³	中央値 Bq m ⁻³	90パーセンタイル Bq m ⁻³	最大値 Bq m ⁻³
木造	597	12.9	8.1	10.9	21	78
コンクリート	182	23.1	15.5	18.7	47	94
鉄骨	90	12.8	9.5	11.0	20	77
コンクリートブロック	16	42.5	55.4	22.6	163	208
プレハブ	6	10.0	3.8	9.5	17	17

6-5. 家屋構造別ラドン濃度の季節変動

屋内ラドン濃度の季節による変化が家屋構造別にどのように現れるかを家屋構造別の中央値として図5に示した。季節変動のパターンは家屋構造に拠らず第2四半期に低く第3四半期に高い傾向を示している。しかし、その変動の割合は家屋構造により異なることが図5に示されている。木造家屋は季節変動の変化の割合が小さく、コンクリートやコンクリートブロックの家屋ではその割合が大きい。第2四半期のラドン濃度は家屋構造に拠らず同程度のラドン濃度を示しているが、他の時期においては大きな差が認められている。これは家屋の気密性が家屋構造により異なることを示しているようである。

7. 結論

平成4年度に開始された全国屋内ラドン濃度調査は各都道府県の20軒を測定対象とした総数940軒のラドン濃度調査である。この内から不適切なデータを取り除いた899軒の屋内ラドン濃度測定結果について報告した。サンプリングの偏りを考慮し、データは地方毎に纏めた。この調査ではラドン濃度が特に高い地方は見出されていない。ラドン濃度の比較的高い地方として中国地方が、最も低い地方として関東地方が見いだされている。日本全体の屋内ラドン濃度測定結果では年間平均濃度として15.5 Bq m⁻³、中央値として11.7 Bq m⁻³、最大値として208 Bq m⁻³が見いだされた。日本の屋内ラドン濃度は諸外国に比べ低く、90%の家屋の濃度は27 Bq m⁻³以下で、97.5%の家屋の濃度は52 Bq m⁻³以下、99.5%は82 Bq m⁻³以下であった。

また、この調査においてラドン濃度の季節的な変化が認められた。第3四半期（10～12月）において最も高いラドン濃度（中央値：15 Bq m⁻³）が、第2四半期（7～9月）において最も低いラドン濃度（中央値：9 Bq m⁻³）が観測された。

家屋構造別の屋内ラドン濃度を比べると、コンクリートブロックの家屋は他の家屋構造よりも高いラドン濃度を示した。算術平均で見ると、コンクリートブロック造りの次に、コンクリート造り、鉄骨、木造と続き、プレハブ家屋は最も低いラドン濃度

を示した。

この調査によって得られたラドン濃度に基づいたラドン娘核種からの線量評価が現在放医研の下に設置されているラドン濃度測定・線量評価委員会線量評価手法検討部会において検討されている。その結果は平成9年度中に発表される予定である。また、平成8年度第4四半期より日本分析センターにおいて全国屋外ラドン濃度調査が開始された。この調査結果により、更に詳細なラドン濃度の全国的なプロフィールが求められるものと期待される。

謝辞

この調査は各都道府県の衛生公害研究所や衛生環境研究所等の協力の下に実施した。御協力いただいた方々に感謝致します。更に、ラドン濃度測定・線量評価委員会、線量評価手法検討部会、技術検討ワーキンググループ、ラドン濃度水準調査検討委員会の委員の方々のプログラム全般にわたる御協力に感謝致します。

注意書き

この報告書の主たる内容は日本全国のラドン濃度分布、および、地方別のラドン濃度結果である。各都道府県別のラドン濃度結果についても付属参考資料において示されているが、都道府県別測定対象家屋の家屋構造分布がその県の家屋構造分布の割合を反映するようにサンプリングされていないため、各都道府県別のラドン濃度結果はその県の代表的な濃度とは考えられない。これまでの研究において家屋構造による屋内ラドン濃度の差異が認められている。例えば、コンクリート家屋は木造家屋より屋内ラドン濃度が高いと報告されている。従って、測定対象の家屋構造分布に偏りのある各都道府県毎の平均屋内ラドン濃度はその県の代表的な値とはなり得ず、他県との比較も意味を持たないと考えられる。従って、付属参考資料に示された都道府県別年間平均屋内ラドン濃度は各都道府県を代表する値でないことを理解して利用して頂きたい。

ここに示した調査結果は日本分析センターの最終報告書に記載されているデータと同じデータソースを基に本委員会において検討を加え、纏めたものである。しかし、データの取捨選択において本委員会は日本分析センターよりも厳しい基準を採用した。即ち、付属参考資料において詳述する「極端に低い濃度」を示したデータの取捨選択を行ったため、利用可能なデータ数は日本分析センターのものよりも9軒少ないものとなった。このため当報告書の算術平均 (15.5 Bq m^{-3}) と幾何平均 (12.7 Bq m^{-3}) は日本分析センターの最終報告書に記載されているデータ (算術平均: 15.4 Bq m^{-3} 、幾何平均: 12.6 Bq m^{-3}) よりも 0.1 Bq m^{-3} 大きな値となった。但し、中央値は両者において同じ値であった。この両者の差異は微少ではあるものの、今後の混乱をさけるため、我が国の値としては当報告書に記載されている数値を使用すべきであると考えている。

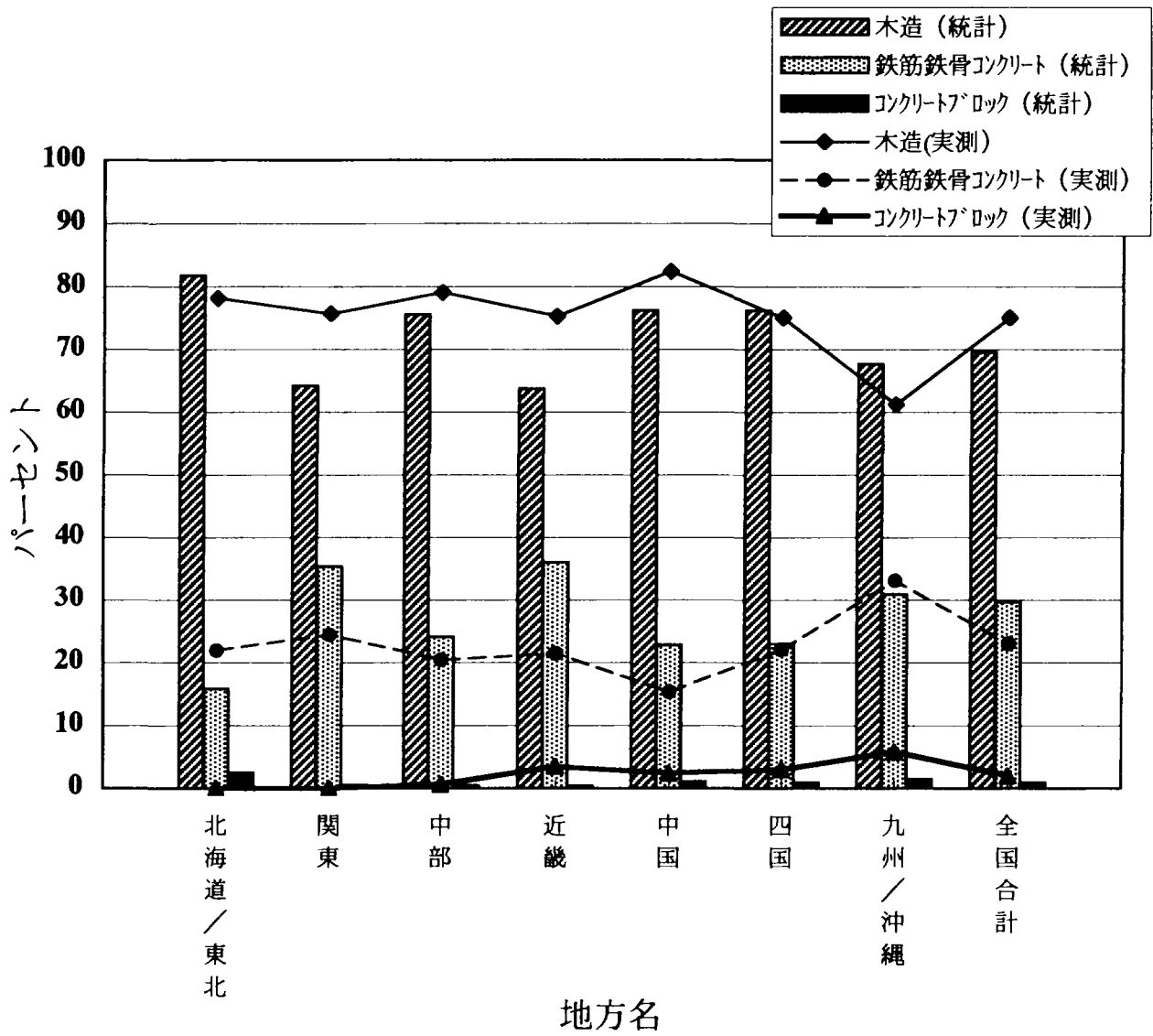


図1. 地方別3分類家屋構造割合

NEXT PAGE(S)
left BLANK

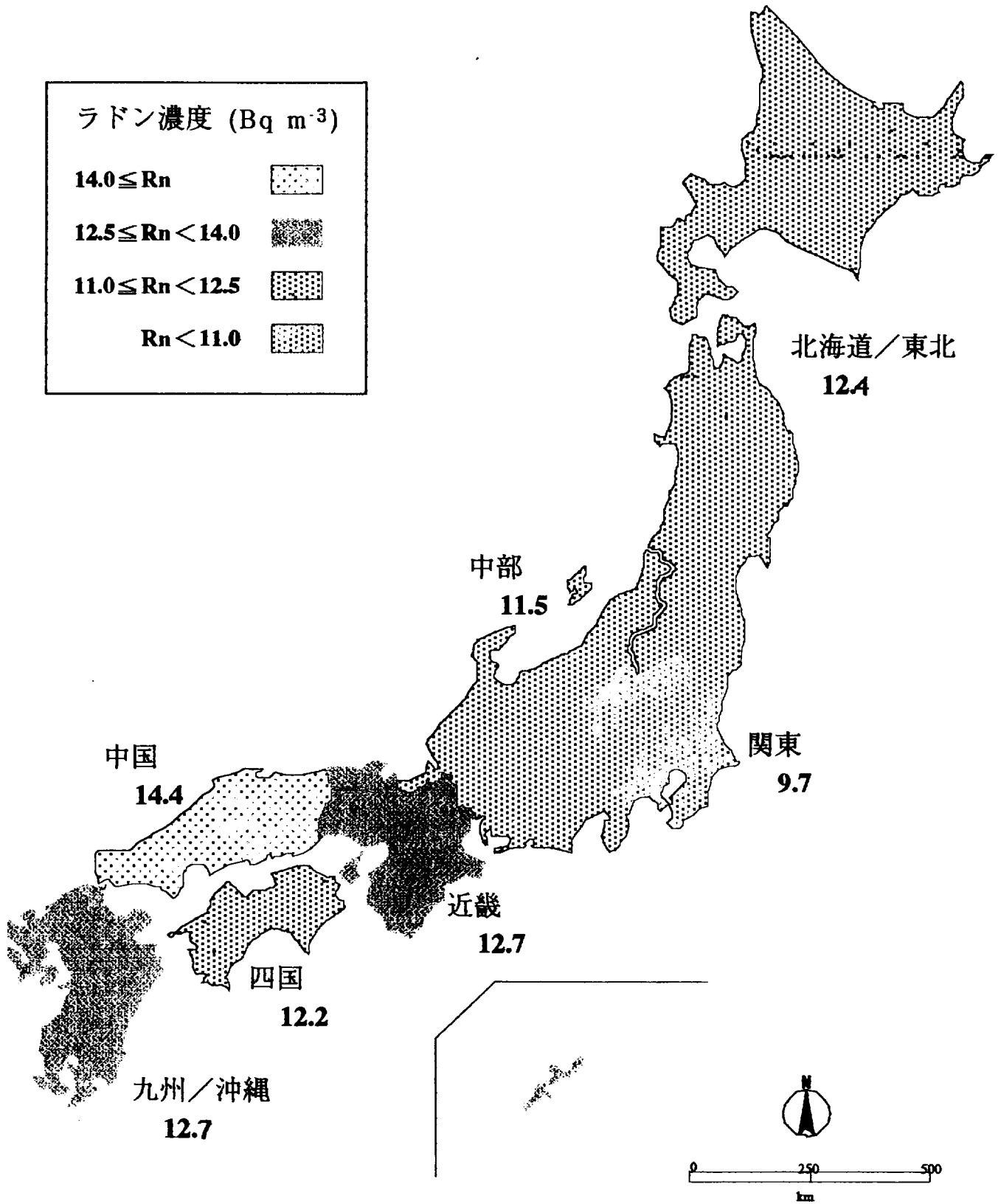


図 2.日本全国の地方別ラドン濃度

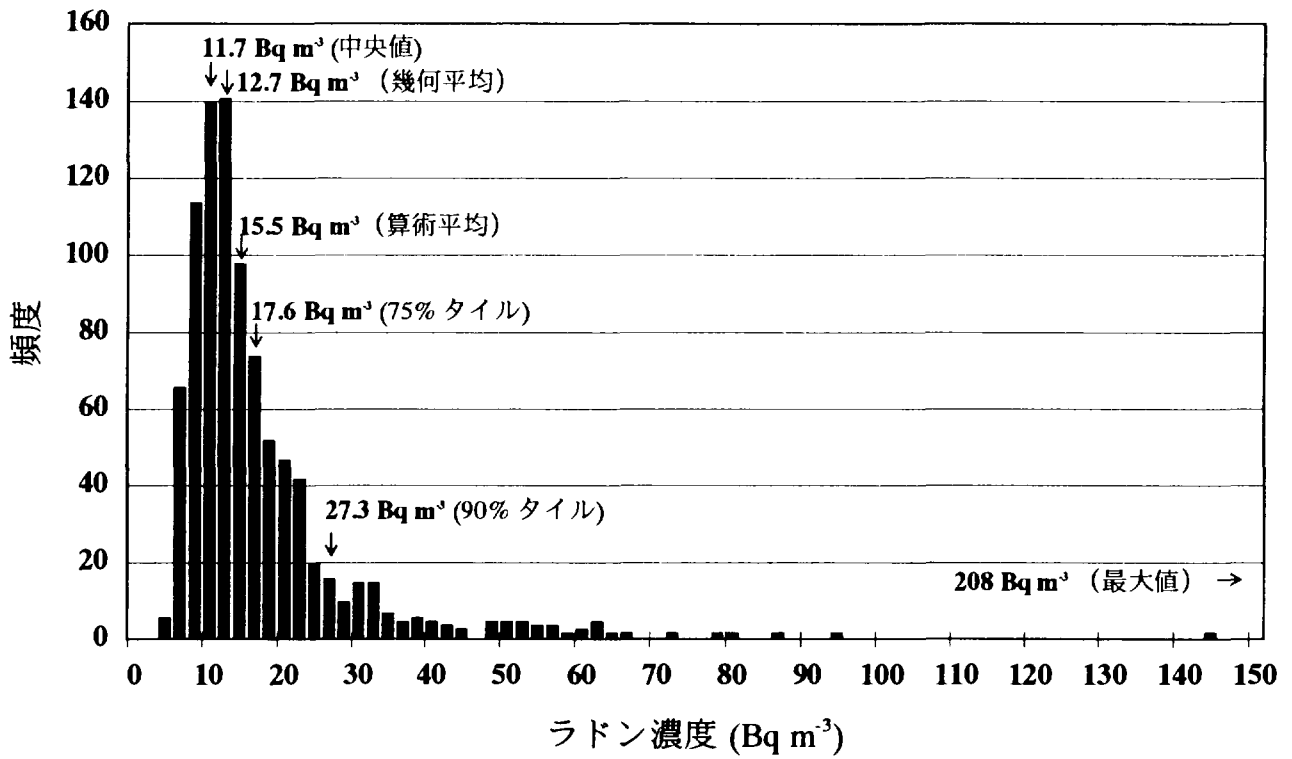


図3. 屋内年間平均ラドン濃度頻度分布 (調査家屋数: 899軒)

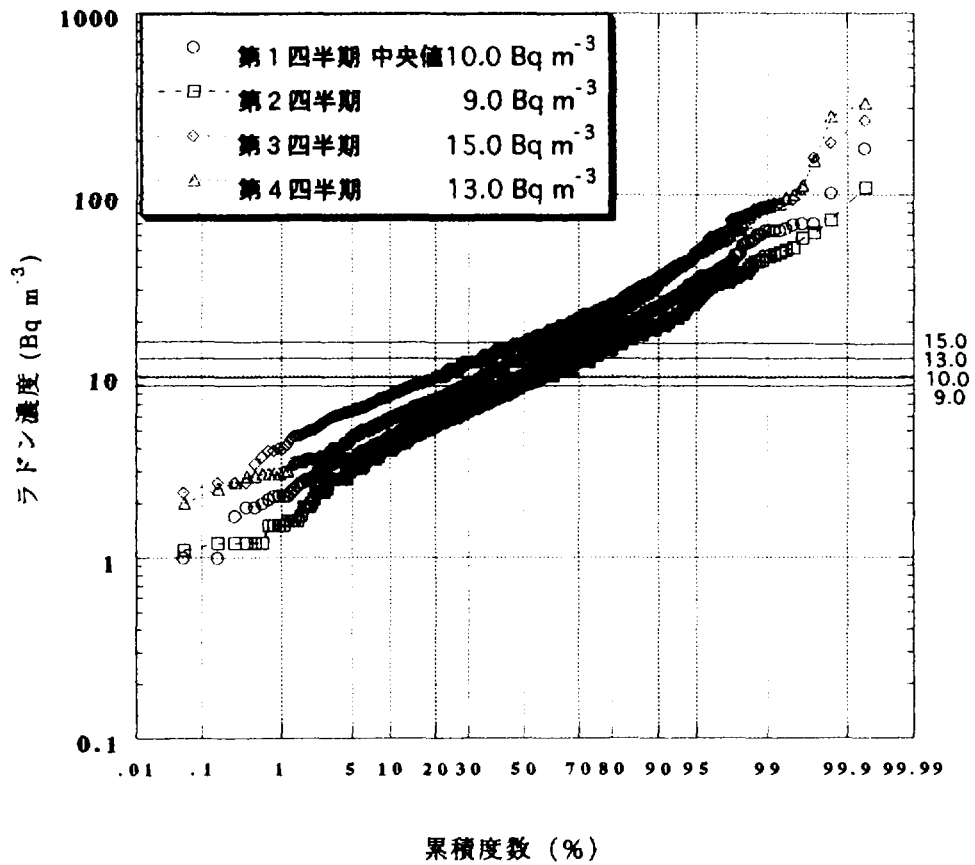


図4. 四半期毎のラドン濃度の累積度数分布

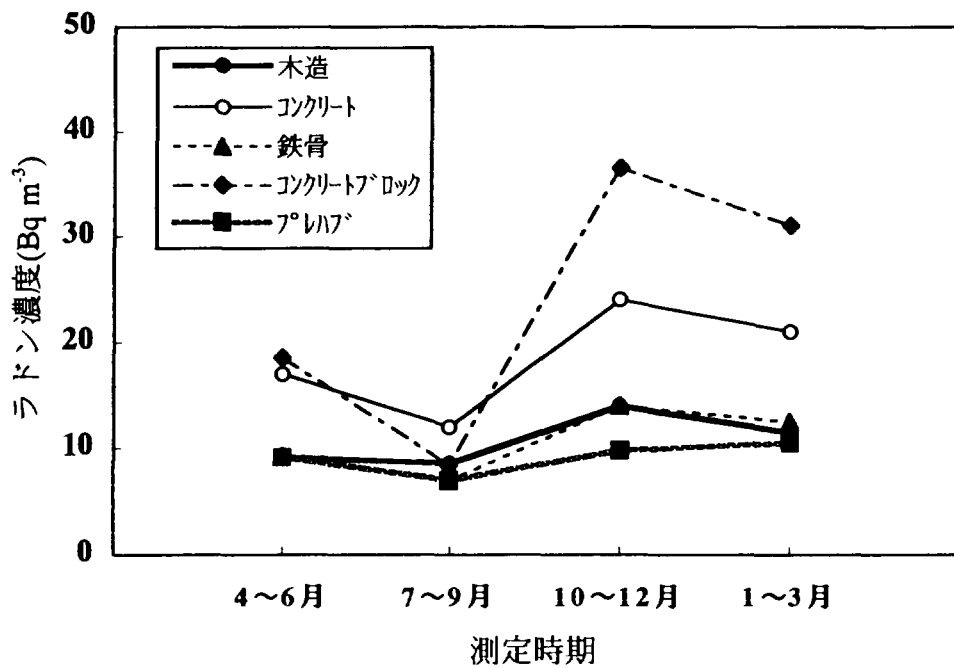


図5. 四半期毎の家屋構造別ラドン濃度

付 属 参 考 资 料

A. データの取舍選択

データの取りまとめに際し、得られた測定結果から、以下の原因で一年間を通してのラドン濃度結果が得られなかったものは取り除いた。

A-1. 引っ越し

途中で引っ越しをしたため1年間を通じての屋内ラドン濃度データが得られなかった家屋は15軒であった。

A-2. 処理上の異常

下記の理由により異常があるとして取り除くこととなった家屋は16軒であった。

- エッチングの失敗 (5軒)
- フィルターの破損、未装着 (2軒)
- 測定器紛失 (3軒)
- 未開封で設置 (4軒)
- エッチピット密度がバックグラウンド以下 (1軒)
- 震災の影響で測定器の状況不明 (1軒)

A-3. 不適切な設置場所

測定器の設置場所についても検討を加え、滋賀県の1番の家屋は納戸に測定器が置かれていたため不適切な場所に置かれた測定器として、そのデータを取り除いた。

これ以外に検討したものとして、和歌山県の9番の玄関のデータ、埼玉県2番、静岡県18、19番の家屋の台所（台所が食堂と兼用）の結果は取り除かなかった。これ以外にも洗面所 (13 Bq m⁻³)、仏間 (11, 22, 18 Bq m⁻³)、空き部屋 (12 Bq m⁻³) などのデータが存在したが取り除いていない。測定器の設置場所としてはタンスの上、本棚の上、食器棚の上、サイドボードの上、ピアノの上、テレビの上、机の上、床の間、天井から吊るす、壁から吊るす、神棚の隅、床の上、クーラーの上、かもの上、柱から吊るす、出窓の棚が報告されている。この中でカーテンレールの上は配置場所としては余り好ましくないが今回の結果には含めた。

A-4. 極端に低い濃度

他の3回のデータと比べ極端にデータが小さいものは以下の基準を用いて取り除いた。その結果、取り除かれたのは9軒である。この判断基準とは以下の通りである。値の小さなものをデータの棄却の対象として検討を行った。値の大きすぎるデータは測定の失敗では発生しないと考えた。濃度が低くなくとも、低いラドン濃度を示す原因としては、我々の経験から様々なものが考えられる。例えば、テフロンバックに封入されたままで測定期間中にラドンに曝露されていなかったり、測定器の通気孔が塞がっていたり、フィルムの装着の上下を誤ったり、フィルムの裏面をエッチングしたり、エッチング液を間違ったり等々様々な原因が考えられる。しかし、実際にラドン濃度がその期間低かったのかも知れず、むやみにデータを棄却する事

チングしたり、エッチング液を間違ったり等々様々な原因が考えられる。しかし、実際にラドン濃度がその期間低かったのかも知れず、むやみにデータを棄却する事は出来ない。1軒の家の4回の測定結果の内、1個のデータのみが極端に小さい場合、他の3個のデータの平均値と標準偏差を求め、その変動幅内にこのデータが納まっているか否かを検討した。しかしながら、このデータには季節変動が入っているため、4回の測定結果が同一の正規分布からランダム抽出されたものとは考えられず、標準偏差の3倍の変動を外れるものが大変多く存在し、更に標準偏差の4倍以上を示すものさえかなり存在していた。これらの検討の結果から次の二つをデータの棄却基準とした。

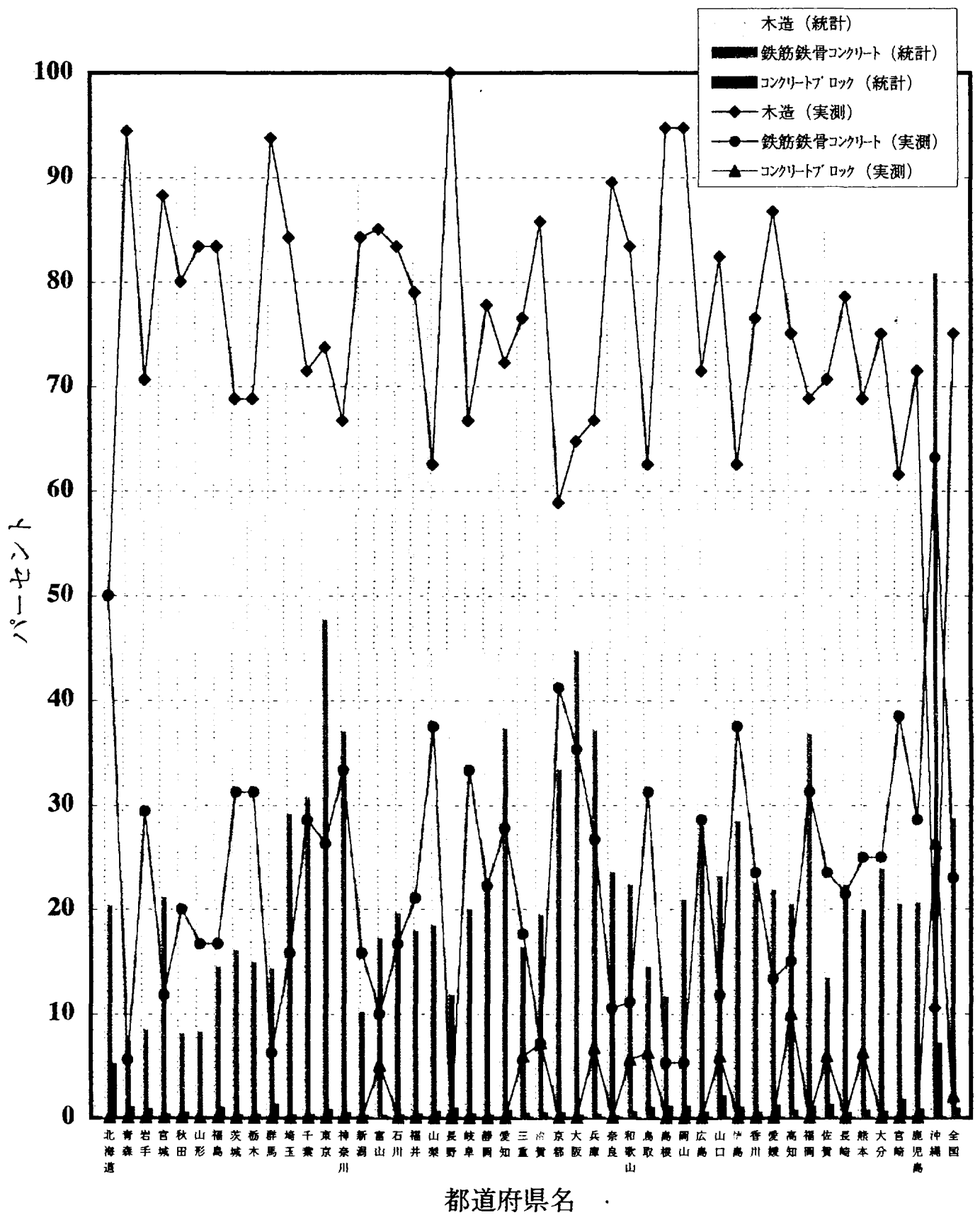
①トラック密度が $10 \text{ tracks cm}^{-2}$ 以下の値を示すデータ。このトラック密度から換算したラドン濃度の相対標準偏差は50%、ラドン濃度は約 3.0 Bq m^{-3} となる。

②1個のデータが他の3個のデータの平均値から標準偏差の4倍を差し引いたものよりも小さな値を示すもの。

この2つの棄却基準を満たすものは何らかの異常のため小さな値を示したものであると判断して以下のデータ処理から取り除いた。

B. 都道府県別ラドン濃度集計

3章に示した不適切なデータを取り除いた有効測定結果の各都道府県の平均値をそれぞれの平均ラドン濃度とした。但し、都道府県別測定対象家屋の家屋構造分布はその県の家屋構造分布の割合を反映するようにサンプリングされていない。これまでの研究において家屋構造によって屋内ラドン濃度に差異が認められている。例えば、コンクリート家屋は木造家屋より屋内ラドン濃度が高いと報告されている。従って、測定対象の家屋構造に偏りのある各都道府県毎の平均屋内ラドン濃度はその県の代表的な値とはなり得ず、他県との比較も意味を持たないと考えられる。測定対象の家屋構造の偏りを示すため、**図B-1**に都道府県別測定対象家屋の家屋構造分布と各都道府県の家屋構造分布（総務庁統計局による住宅統計調査報告より）との対応を示した。**図B-1**に示すように北海道、東京、山梨、鳥取、岡山、沖縄などにおいて両者の対応が特に悪い。一方、この差異が青森、福島、千葉、神奈川、石川、福井、静岡、広島、香川、高知、長崎、大分では5%未満であり、ここに示した都道府県別の平均値が家屋構造の割合のみを考えるとその都道府県の代表的なラドン濃度を示していると見ることが出来る。この対応関係が悪い場合、測定結果の平均値はその県の代表値とは見なせない。即ち、北海道の場合、測定対象家屋としてコンクリート家屋が50%と多く、北海道のラドン濃度はこの調査では高い値として示されている。測定対象家屋が住宅統計調査と同じ割合で選ばれていれば、代表的な北海道の屋内ラドン濃度は**表B-1**に示された値よりも低い値となっていたと予想される。これらの注意点を十分に注意して、**表B-1**に示された都道府県別年間平均屋内ラドン濃度を読み取っていただきたい。



図B-1. 都道府県別家屋構造割合 (住宅統計と実測)

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

表B-1 都道府県別年間平均屋内ラドン濃度

都道府県名	家屋数	算術平均 Bq m ³	標準偏差 Bq m ³	中央値 Bq m ³	90パーセンタイル Bq m ³	最大値 Bq m ³
北海道	20	25.6	19.1	19.3	51	85
青森	19	16.0	15.1	10.6	48	66
岩手	19	19.2	11.2	16.5	31	55
宮城	20	10.8	8.2	8.9	22	38
秋田	20	16.4	12.7	12.3	46	50
山形	20	12.9	6.7	12.1	18	37
福島	20	11.5	7.2	8.7	21	32
茨城	19	13.0	10.5	9.6	23	51
栃木	19	16.3	10.6	12.3	35	50
群馬	19	8.3	2.7	8.6	12	15
埼玉	20	16.7	10.7	14.5	31	47
千葉	17	9.3	5.3	7.8	20	22
東京	20	10.7	2.7	10.5	14	17
神奈川	20	12.2	14.6	8.5	23	70
新潟	18	9.3	5.7	7.6	15	31
富山	20	12.7	5.4	11.3	19	28
石川	18	14.4	13.4	10.9	33	63
福井	20	14.1	11.6	10.9	31	55
山梨	18	12.2	5.9	10.1	19	29
長野	20	15.8	5.8	14.5	24	36
岐阜	20	22.8	12.7	20.8	42	46
静岡	20	13.0	9.0	10.8	24	42
愛知	20	11.7	5.9	9.9	20	30
三重	20	16.5	15.0	10.3	50	61
滋賀	17	13.5	7.5	10.5	26	34
京都	18	14.9	5.3	13.5	24	26
大阪	19	18.7	12.8	14.8	38	57
兵庫	18	23.5	31.6	15.2	61	143
奈良	20	17.4	18.7	10.3	57	78
和歌山	20	14.8	6.5	14.6	22	34
鳥取	20	12.0	5.4	10.3	23	26
島根	19	16.2	11.6	11.6	31	55
岡山	19	14.4	4.5	14.4	21	22
広島	18	20.7	9.9	18.1	33	53
山口	19	20.9	12.7	17.3	52	53
徳島	20	11.0	4.3	10.3	17	21
香川	19	13.8	7.6	10.5	23	38
愛媛	19	17.7	12.9	14.0	37	61
高知	20	15.1	7.4	13.5	29	38
福岡	18	17.2	13.6	12.4	34	59
佐賀	19	11.8	5.2	10.5	20	26
長崎	19	11.7	5.2	10.0	19	25
熊本	19	16.9	7.6	14.1	29	34
大分	18	14.0	6.1	13.9	22	27
宮崎	17	18.7	11.0	14.9	40	47
鹿児島	18	13.7	8.9	10.8	29	38
沖縄	20	35.4	48.2	17.8	92	208
全国	899	15.5	13.5	11.7	27	208

委員会開催日時及び委員名簿

ラドン濃度測定・線量評価委員会

第1回	平成4年7月21日	第5回	平成7年3月2日
第2回	平成4年12月1日	第6回	平成7年10月25日
第3回	平成6年2月22日	第7回	平成8年11月27日
第4回	平成6年9月21日	第8回	平成9年3月19日

委員長	黒澤 龍平	早稲田大学理工学総合研究センター	教授	
委員	天野 光	日本原子力研究所 環境安全研究部	環境化学研究室長	
//	池辺 幸正	名古屋大学工学部	原子核工学科教授	
//	石黒 秀治	動力炉・核燃料開発事業団	安全管理部 部長	～(第5回)
//	岩倉 哲男	放射線医学総合研究所	特別研究員	～(第2回)
//	上杉 正樹	(財)日本分析センター	分析部 第五課長	(第7回)～
//	岡部 茂	元福井大学	教授	
//	小佐古敏荘	東京大学原子力研究総合センター	助教授	(第3回)～
//	小林 定喜	放射線医学総合研究所	特別研究員	～(第5回)
//	下 道国	岐阜医療技術短期大学	教授	
//	野村 保	動力炉・核燃料開発事業団	安全部 次長	(第6回)～
//	松岡 理	(財)電力中央研究所	研究顧問	
//	丸山 隆司	(財)放射線影響協会	企画部長	(第4回)～(第5回)
//	宮野 敬治	(財)日本分析センター	情報管理部 調査課長	～(第6回)
//	森 忠繁	岡山県環境保健センター	所長	
//	吉岡 満夫	福井県原子力監視センター	総括研究員	
//	渡利 一夫	放射線医学総合研究所	特別研究員	～(第3回)
//	内山 正史	放射線医学総合研究所	人間環境研究部 部長	(第3回)～
//	藤元 憲三	放射線医学総合研究所	人間環境研究部 第1研究室長	(第6回)～
//	米原 英典	放射線医学総合研究所	人間環境研究部 主任研究官	

線量評価手法検討部会

第1回 平成7年12月14日 第4回 平成8年7月10日
第2回 平成8年3月19日 第5回 平成8年9月26日
第3回 平成8年6月10日 第6回 平成9年2月14日

委員長 下 道国 岐阜医療技術短期大学 教授
委員 飯田 孝夫 名古屋大学工学部 原子核工学科 助教授
// 池田 耕一 国立公衆衛生院 建築衛生学部 部長
// 児島 紘 東京理科大学 理工学部 教授
// 山崎 敬三 京都大学原子炉実験所 原子炉安全管理研究部門
// 藤元 憲三 放射線医学総合研究所 人間環境研究部 第1研究室長
// 石樽 信人 放射線医学総合研究所 内部被ばく・防護研究部 第2研究室長
// 米原 英典 放射線医学総合研究所 人間環境研究部 主任研究官

技術検討ワーキンググループ

第1回 平成7年6月30日 第3回 平成8年6月10日
第2回 平成8年1月24日 第4回 平成9年2月14日

委員長 黒澤 龍平 早稲田大学理工学総合研究センター 教授
委員 飯田 孝夫 名古屋大学工学部 原子核工学科 助教授
// 上杉 正樹 (財)日本分析センター 分析部 第五課長 (第3回)~
// 下 道国 岐阜医療技術短期大学 教授
// 檜野 良穂 電子技術総合研究所 放射線計測研究室
// 山崎 敬三 京都大学原子炉実験所 原子炉安全管理研究部門
// 古田 定昭 動力炉・核燃料開発事業団 人形峠事業所 安全管理課
// 宮野 敬治 (財)日本分析センター 情報管理部 調査課長 ~(第2回)
// 藤元 憲三 放射線医学総合研究所 人間環境研究部 第1研究室長
// 床次 眞司 放射線医学総合研究所 人間環境研究部

ラドン濃度全国調査最終報告書（平成8年度）

平成9年3月刊行

編集 放射線医学総合研究所
人間環境研究部 及び
企画室

〒263 千葉県千葉市稲毛区穴川4丁目9番1号
電話 043 (251) 2111 (代表)
FAX 043 (256) 9616 (企画室)