

東日本大震災後における鳥取県米子市および
周辺地域の環境放射線ならびに歯科医療被曝
について

Environmental radiation in Yonago City, Tottori Prefecture
and its surrounding area after earthquake disaster of eastern
Japan in 2011, as well as on exposure to dental health care.

八尾 正己¹⁾

Masami YAO

1) やお歯科クリニック

高野 洋寿²⁾

Hirotsi TAKANO

2) たかの歯科クリニック

東日本大震災後における鳥取県米子市および 周辺地域の環境放射線ならびに歯科医療被曝 について

Environmental radiation in Yonago City, Tottori Prefecture and its surrounding area after earthquake disaster of eastern Japan in 2011, as well as on exposure to dental health care.

八尾 正己¹⁾

Masami YAO

高野 洋寿²⁾

Hirotsi TAKANO

1) やお歯科クリニック

2) たかの歯科クリニック

目 的

平成23年(2011)3月11日、東日本大震災により福島第一原発が被災し放射性物質拡散という二次被害もたらされた。当初、東京電力と日本政府は環境への被曝状況を公表していなかったが、4月10日、関東圏の医療機関におけるレントゲン写真異常感光が散見され大きく報道される事となった。翌4月11日、福島第一原発の水蒸気爆発から27日遅れて日本政府は福島県飯舘村など5市町村の住民に避難勧告を発令した。

放射性物質は偏西風によって地球規模で拡散する¹⁾という見解もあり、鳥取県でも放射性物質汚染の可能性が懸念された。しかし、震災直後は十分な被曝状況等のデータが公表されておらず汚染の有無は判明していなかった。加えて、米子市も近隣30km西方に島根原発が控えており、将来起こるかも知れない不測の事態に備え、知識と情報および平時の記録を整えておく事は日常的に放射線を取り扱う歯科医師の責務の範疇と考えた。そこで米子市近隣地域の放射線量を測定するとともに、歯科用デジタルレントゲンのX線被曝量を測定し比較検討を行った。

材料と方法

1 測定器材

中国製GM計数管DP802iと、日本アロカ社製半導体検出器マイドーズミニPDM-117を使用して環境放射線量および歯科用レントゲンによる被曝量を計測した。また事前に日本アロカ社製電離箱式サーベイメーターICS-323CとDP802iとの機能比較を行った。

① DP802i (図1)

製造元：中国製 (Shanghai ergonomics detecting instrument Co, l td)

検出器：GM計数管 (ガイガーカウンター)

測定線種・測定範囲：β線, γ線, X線 (40KeV-1 MeV)

線量等量率：0.01 μSv/h-150mSv/h

累積線量等量：0.00 μSv-999.99mSv



図1 DP802i

② マイドーズミニ PDM-117 (図2)

製造元：日本製 (アロカ株式会社)

検出器：PN接合形シリコン半導体検出器

測定線種・測定範囲： γ 線，X線 (20KcV以上)

累積線量等量：1 μ Sv-9999 μ Sv

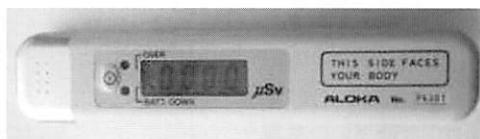


図2 PDM-117

③ ICS-323C (図3)

製造元：日本製 (アロカ株式会社)

検出器：電離箱式サーベイメーター

測定線種・測定範囲： β 線， γ 線，X線 (30keV～
2 MeV)

累積線量等量：1 μ Sv-300mSv



図3 ICS-323C

2 環境放射線量測定

震災後の平成23年6月1日から11月30日までの6ヶ月間，DP802iおよびPDM117を用いて鳥取県米子市及び周辺地域の環境放射線量を測定した。

DP802iはサーベイメーターとして使用し，目的とする観測地点の環境放射線量を測定した。DP802iを地面に1分間接地させ，最高値と最低値の中央値を時間当たりの放射線量とした。

PDM-117はモニタリングポストとして使用し，木造家屋2階の窓辺に置いて累積線量の測定を行った。

また，1往復のみではあったが米子-羽田間の航空機内での自然放射線量を測定した。飛行経路及び飛行時間などからおおよその飛行位置を推測し，そ

の地点の放射線量とした。

3 歯科用レントゲンの放射線量測定

アナログレントゲン，デジタルレントゲン，携帯用アナログレントゲンの放射線量をDP802iを用いて測定した。デンタル撮影では10cmのところから1.00mAs/secの直接照射を行い，パノラマ撮影では頭部の位置，生殖腺の位置を測定して，それぞれ6回の平均値を算出した。対象としたレントゲン装置の詳細を下に示した。

① アナログ機

パノラマ撮影用：Super Veraview X-500E-CP 76K

VP 9mA

(株)モリタ製作所

デンタル撮影用：Max F1-X-28 60KVP 9mA

(株)モリタ製作所

携帯用X線撮影装置：ハンディーレイKX-60

(株)朝日レントゲン工業

② デジタル機

パノラマ撮影用：オートⅢ 86KVP 12mA

(株)朝日レントゲン工業

デンタル撮影用：MX-60N 60KVP 10mA

(株)朝日レントゲン工業

尚，上記デジタル機種は，CCDセンサーによってアナログ機をデジタル化したものである。

またDP802iをX線防護エプロン (Palmero Health Care社 CLING SHIELD 0.3mmPb) で被覆し，10cmの位置から1.00mAs/secの照射を行ってその遮蔽効果を検索した。

結 果

1 鳥取県米子市の平均環境放射線量

6ヶ月間の平均環境放射線量 (表1) に明らかな異常値は観測されず，1日平均線量，1時間平均線量は若干の変動はあるものの，全て自然放射線量の範囲内であった。

DP802iによる測定値は，PDM-117の測定値の2.75倍であった。

表1 鳥取県米子市の環境放射線量 (平成23年6月-11月)

DP802iによる測定 (μSv)

| | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | Mean | SD |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1月量 | 79.2 | 82.0 | 77.3 | 83.7 | 84.7 | 78.7 | 80.9 | 3.0 |
| 1日量 | 2.73 | 2.83 | 2.67 | 2.79 | 2.73 | 2.62 | 2.73 | 0.08 |
| 1時間値 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.003 |

PDM-117による測定 (μSv)

| | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | Mean | SD |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1月量 | 31 | 35 | 27 | 33 | 34 | 31 | 31.8 | 2.9 |
| 1日量 | 1.07 | 1.21 | 0.93 | 1.10 | 1.10 | 1.03 | 1.07 | 0.09 |
| 1時間値 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.004 |

表2 各地の環境放射線量 (μSv)DP802iによる測定 (μSv)

| 測定日 | 測定地 | 測定場所 | 補足 | 平均値 |
|-----------|---------------|---------------|---------|------|
| H23・5・12 | 鳥取県米子市西福原 | 福米東小学校校庭 | 校庭 | 0.10 |
| H23・5・19 | 鳥取県米子市車尾 | 米子市立養護学校 | 校庭 | 0.11 |
| H23・5・28 | 島根県松江市島根町 | 島根原発周辺 | 植え込み・側溝 | 0.11 |
| H23・6・5 | 岡山県新見市井倉409 | 井倉洞洞内 | (注1) | 0.14 |
| H23・6・19 | 広島県広島市東区牛田新町 | 広島市東区スポーツセンター | 駐車場 | 0.10 |
| H23・7・3 | 鳥取県西伯郡大山町 | 上の原 中ノ原 | (注2) | 0.13 |
| H23・7・8 | 鳥取県東伯郡三朝町 | 三朝温泉 | (注3) | 0.10 |
| 同上 | 鳥取県東伯郡三朝町人形峠 | 人形峠環境技術センター前 | (注4) | 0.11 |
| 同上 | 岡山県真庭市 | 蒜山高原 | 牧草地 | 0.11 |
| H23・7・17 | 鳥取県鳥取市佐治村高山 | さじアストロパーク | 植え込み・側溝 | 0.08 |
| H23・7・18 | 東伯郡湯梨浜町宇野2343 | 道の駅 はわい 駐車場 | (注5) | 0.09 |
| H23・8・6 | 東京都大田区羽田 | 羽田空港前 | 植え込み・側溝 | 0.08 |
| 同上 | 東京都墨田区錦糸町 | 錦糸公園 | 植え込み・側溝 | 0.10 |
| H23・8・7 | 東京都新宿区新宿3丁目 | スタジオアルタ前 | 植え込み | 0.11 |
| 同上 | 東京都台東区上野 | 上野駅忍池口 | 植え込み・側溝 | 0.10 |
| H23・9・24 | 長野県松本市 | 松本城前 | 植え込み・側溝 | 0.13 |
| H23・9・25 | 長野県諏訪市 | 諏訪神社境内 | 御柱根本 | 0.10 |
| 同上 | 愛知県名古屋市中 | 名古屋駅前 | 駐車場 | 0.12 |
| H23・10・22 | 大阪市北区中之島 | 国際会議場 | 植え込み・側溝 | 0.11 |
| H23・10・23 | 大阪市住吉区 | 住吉神社境内 | 植え込み・側溝 | 0.11 |
| H23・11・6 | 島根県松江市島根町 | 島根原発原子力館 | 植え込み・側溝 | 0.12 |
| H23・12・4 | 福岡県太宰府市 | 太宰府天満宮 | 植え込み・側溝 | 0.10 |
| H23・12・11 | 広島県庄原市 | 口和中学校校庭 | 新置き場 | 0.10 |

注1：岩盤内では自然放射線量が高くなると報告されている。⁵⁾

注2：計測地の標高は約700-800m。

注3：日本で唯一のウラン鉱床があった。1956年の探鉱開始から、1987年まで86,000トンの鉱石が採掘された。

注4：三朝温泉世界でも有数の放射能泉で、源泉中のラドン量について683.3マッヘ (9225Bq) の記録がある。

注5：H23・7・8湯梨浜町でセシウムが検出されたとの報道があった。同日湯梨浜町近辺の放射線計測を行ったが異常値は観測されなかった。

2 米子市周辺地域および各地の環境放射線量

東京都以西の各地の放射線量を測定したが明らかな異常値は検出されず、全て自然放射線量の範囲に留まっていた(表2)。唯一、高い値が観測されたのは航空機内における測定のみで、米子-羽田間では最高値1.96 $\mu\text{Sv/h}$ 、羽田-米子間では最高値2.62 $\mu\text{Sv/h}$ が観測された(図4、図5)。

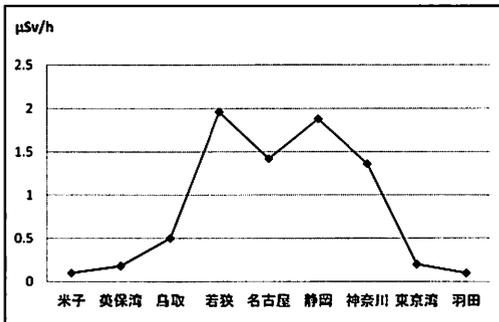


図4

米子空港-羽田空港間の機内放射線量の変化

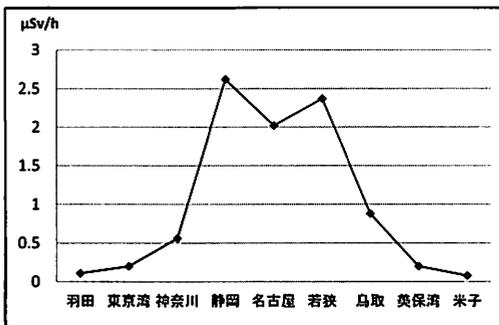


図5

羽田空港-米子空港間の機内放射線量の変化

3 歯科用レントゲン装置による被曝量

デジタル機におけるデンタル撮影の被曝量はアナログ機の被曝量の概ね1/5であった(表3)。また過去の文献²⁾³⁾⁴⁾に記されたアナログ機の被曝量(表4)とデジタル機の被曝量を比較すると、レントゲンメーカーが標記している様に、デジタル機の被曝量はアナログ機の約1/10であった。携帯用X線撮影装置ハンディーレイKX-60の被曝量はアナログ機のデンタル撮影の被曝量とほとんど差が無かった。

デジタル機を使用したパノラマ撮影では、頭部の

被曝量に対して腰部の被曝量は有意に ($p < 0.0001$) 少なかった。

患者へのX線防護の目的で使用する鉛入りエプロンについては、DP802iをX線防護エプロンで梱包し、10cmの位置から1.00mAs/secの直接照射を行ってその遮蔽効果を検索したが、装着時と非装着時の被曝量の差はほぼ皆無であった。

表3 歯科用レントゲンによる被曝量 (μSv)

| アナログ機 | Mean | SD |
|--------------|--------|-------|
| デンタル | 5.88 | 0.58 |
| ハンディーレイK X60 | 5.38 | 0.79 |
| パノラマ頭部 | 110.62 | 24.17 |
| パノラマ腰部 | 57.58 | 15.07 |
| デジタル機 | Mean | SD |
| デンタル | 0.98 | 0.43 |
| パノラマ頭部 | 78.28 | 13.37 |
| パノラマ腰部 | 0.93 | 0.33 |

表4 歯科・医科用撮影における実効線量 (μSv)

| | 上顎 | 下顎 |
|--------|--------------|----|
| デンタル撮影 | 大白歯 | 18 |
| | 小白歯 | 12 |
| | 犬歯 | 9 |
| | 切歯 | 10 |
| | 平均 | 12 |
| パノラマ撮影 | 11~20 | |
| 胸部X線撮影 | 200 | |
| CT | 7,000~20,000 | |

文献2)、3)、4)を改変して引用

考 察

東日本大震災は2万余名の死者・行方不明者を出したのみならず原子力災害という極めて深刻な二次災害をもたらし、震災後2年経過した現在でも福島県内では高い放射線量が観測されている。当初、この原子力災害の影響は半径30km程度の局地的範囲に限定されるとも捉えられていたが、東京都内の医療機関におけるレントゲン写真異常感光からかなり広範囲に及ぶことが周知されることとなった。放射性物質は偏西風によって地球規模で拡散するという見解もあり、鳥取県でも放射性物質が検出される可能

性が懸念された。歯科医師は日常的にX線を取り扱う職種であり、地元地域の安全確認を行うこともその責務の一つであるとの思い込みが今回の検索の契機となった。

鳥取県米子市は近隣に島根原発が控え、現在はモニタリングポストによる空間線量をリアルタイムで確認出来る。しかし、今回の原子力事故による放射性物質の汚染は側溝や植え込みなどの極めて局所的なホットスポットとして点在している事実があるにもかかわらず、モニタリングポストによる観測は比較的高所の γ 線を検出するのみで、上記の様な特徴的な場所の観測と付合していない。そこで β 線の計測が可能とされるDP802iを選定しホットスポットとなり得るような場所の計測を試みた。

地球上には、自然放射線³⁾と人工放射線が存在する。自然放射線とは、自然界にもともと存在している放射線で、人工放射線とは人間が作り出した放射線で医療や核実験、そして今回の様な原子力事故などで放出された放射性物質によるものである。われわれが日常生活をする上で人体は自然放射線からも被曝しており、自然被曝と呼ばれる。また、X線撮影や癌治療など医療・治療における被曝を医療被曝という。

自然被曝については宇宙、大地、食物、大気中のラドンなどから世界平均で年間 2.4mSv ($=6.63\ \mu\text{Sv/day}=0.28\ \mu\text{Sv/h}$)、日本においては世界平均より少なく、年間 1.4mSv ($=3.84\ \mu\text{Sv/day}=0.16\ \mu\text{Sv/h}$)前後の被曝を受けているとされる(表5)。

環境放射線とは生活環境内で計測される自然放射線と人工放射線の総和となるが、今回計測した環境放射線量は、DP802iの平均値が $0.11\ \mu\text{Sv/h}$ であったのに対して、PDM-117では $0.04\ \mu\text{Sv/h}$ で、DP802iの方が2.75倍の値を示した。事前にDP802iと電離箱式サーベイメーターICS-323Cとの機能比較を行ったが両機種の間には明らかな差は認められなかった。DP802iとPDM-117の計測値の差は、両機種の精度の差、測定線種の違い、あるいはDP802iは携行して各地を測定したので、その様な使用方法の違いのいずれかに起因する事が予想されるが、それを特定する事は出来なかった。

米子市周辺および主として東京都以西の各地をDP802iによって測定したが、全て $0.08\ \mu\text{Sv/h}-0.14\ \mu\text{Sv/h}$ の範囲で変動した。東京都以東の地域では既に詳細な観測結果が得られているため計測を行わなかったが、今回計測を行った地域での測定値はすべて日本平均の1時間値である $0.16\ \mu\text{Sv/h}$ を下回

表5 放射線被曝量と身体的影響

| | |
|----------|---|
| 1 mSv | ICRPの勧告による一般公衆が1年間にさらされてよい人工放射線の限度。 ($=2.74\ \mu\text{Sv/day}=0.11\ \mu\text{Sv/h}$) |
| 1.40mSv | 1年間に自然環境から人が受ける放射線の日本国内平均。 ($=3.83\ \mu\text{Sv/day}=0.16\ \mu\text{Sv/h}$) |
| 2.42mSv | 1年間に自然環境から人が受ける放射線の世界平均。 ($=6.63\ \mu\text{Sv/day}=0.28\ \mu\text{Sv/h}$) |
| 7-20mSv | X線CTによる撮像1回分の被曝量。 |
| 50mSv | 放射線業務従事者(妊娠可能な女子を除く)が1年間にさらされてよい放射線の限度。 |
| 100mSv | 人間の健康に確率的影響が出ると証明されている放射線量の最低値。 放射線業務従事者が1回の緊急作業でさらされてよい放射線の限度。 |
| 250mSv | 全身被曝:白血球の減少。 福島第一原子力発電所事故の処理にあたる放射線業務従事者(妊娠可能な女子を除く)が1回の緊急作業でさらされてよいと特例で定められている放射線の限度。 |
| 1 Sv | 全身被曝:急性放射線障害が出現。局所被曝:悪心(吐き気)、嘔吐、水晶体混濁。 |
| 2 Sv | 全身被曝:5%の人が死亡。局所被曝:出血、脱毛など。 |
| 3-5 Sv | 全身被曝:50%の人が死亡。局所被曝:3 Svで脱毛、4 Svで永久不妊、5 Svで白内障、皮膚の紅斑。 |
| 7-10Sv以上 | 全身被曝:99%の人が死亡。 |

文献5)、8)を改変して引用

るものであった。

岩盤内では自然放射線量は高くなると報告されているが⁵⁾、井倉洞洞内での計測値は $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 以下であった(表2-注1)。高度が高くなると宇宙からの放射線は空気という遮蔽物が減るために、1,500mごとに約2倍になるとされている⁶⁾。大山中ノ原、上ノ原の標高は約700-800mであるが、計測値は $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 以下であった(表2-注2)。人形峠には日本で唯一のウラン鉱床があり、昭和31年(1956)の探鉱開始から昭和62年(1987)まで86,000トンの鉱石が採掘された。人形峠のウラン探鉱活動で生じた残土は、平成20年(2008)から日本原子力研究開発機構によって花壇や歩道の整備などに使用するレンガに加工され、平成22年(2010)までに約145万個が製造・販売された。このレンガの放射線量は平均 $0.22 \mu\text{Sv/h}$ で花崗岩と同じ程度のため安全とされている。日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター前、人形峠周辺の計測を行ったが異常値は検出されなかった(表2-注3)。三朝温泉は世界でも有数の放射能泉で、源泉中のラドン量について 683.3マツッヘ (9225Bq)の記録がある。温泉街周辺の放射線量を測定したが、明らかな異常値は認められなかった(表2-注5)。H23年(2011)7月8日、鳥取県衛生環境研究所(湯梨浜町)の屋上で採取した大気中の粉塵から、放射性物質のセシウムが検出されたとの報道があった。同日、湯梨浜町道の駅「はわい」駐車場および周辺の放射線量を測定したが、明らかな異常値は検出されなかった(表2-注5)。以上、各地の計測結果を示したが、通常われわれが生活している環境の放射線量は、一般的に認識されている自然放射線量の範囲内と考えるとよいものと思われた。

唯一高い値を観測したのは米子-羽田間の航空機内における測定であった。米子-羽田間の飛行時間は約80分、飛行高度は最高で10,000m以下とされている。離陸からの時間と、飛行経路等を勘案しておおよその測定地点を推測した。高度の高いところでは宇宙から降り注ぐ放射線(宇宙線)を地上にいる

時よりも多く受けることになる。高度による放射線量の変化⁴⁾は海水面0mで $0.03 \mu\text{Sv/h}$ 、高度2,000mで $0.10 \mu\text{Sv/h}$ 、高度4,000mで $0.20 \mu\text{Sv/h}$ 、高度10,000mで $3.0 \mu\text{Sv/h}$ 、高度12,000mで $5.0 \mu\text{Sv/h}$ 、高度20,000mで $13.0 \mu\text{Sv/h}$ とされており、概ね今回の測定結果と一致していた。

歯科医療被曝については震災直後より患者側の放射線に対する意識も高まり、歯科医側も十分な知識と情報を備えておく必要性を強く感じる次第である。

アナログ機で1回デンタル撮影を行った場合、撮影部位に対応してそこからの散乱線が全身に当たると想定し、その線量を評価すると患者被曝線量は実効線量当量にしておおよそ $6 \sim 24 \mu\text{Sv}$ と報告されている²⁾。これは世界平均自然放射線による被曝の1~4日分となる。しかしデジタル機で歯科用撮影を行うと、1撮影当たり $1 \mu\text{Sv}$ 以下であり、世界平均と日本平均の1日被曝量の差($6.63 - 3.84 = 2.79 \mu\text{Sv}$)の範囲に十分収まる被曝量と言える。

パノラマ撮影の場合には、X線が+8度の上方に照射される⁷⁾ため、デンタル撮影と比べ被曝する組織が頭部のみに限定される。今回の検索でもデジタル機のパノラマ撮影においては頭部被曝量平均が 78.28 ± 13.37 、生殖器の位置に該当する腰部の被曝量平均は 0.93 ± 0.33 と明らかな低線量であった。

ICRPの勧告によれば医療被曝には許容限度は設定されていないが、一般公衆が1年間にさらされてよい人工放射線の限度は年間 1mSv とされている⁸⁾。この年間限度の1日当たりの被曝量と、世界平均の自然放射線量の1日量の和は $9.37 \mu\text{Sv/day}$ となる。デジタル機で10枚法のデンタル撮影を行った時の被曝量は約 $10 \mu\text{Sv}$ と予測されるが、これはほぼ一般公衆に対する許容範囲内であるという解釈も出来得ると考えられる。

また、X線防護の目的で使用する 0.3mm 鉛入りエプロンに 10cm の位置から 1.00mAs/sec の直接照射を行ってその遮蔽効果を検索したが、装着時と非装着時の被曝量の差はほぼ皆無であった。しかし防護エプロンの目的は散乱線からの保護であるので、上記

の結果をもって散乱線の防護にも無効であるという結論づけは更なる検索を要するものと思われる。

福島第一原発の原子力災害による遠隔地への放射能汚染が周知される契機となったのは、都内医療機関におけるレントゲン写真異常感光であった。歯科用レントゲンの被曝量測定に前記した2機種放射線測定装置を使用したのは、原子力災害時に多くの歯科医院に常備されているX線計測機器が有用か否かの検討を併せて行う意図もあった。平常時の計測結果を保存し、原子力災害時にこれらを使用すれば、各歯科医院から何らかの警告を発することが出来る可能性が示唆されたと思われる。

尚、本来は震災直後より放射線量の測定を行うべきであったが、諸処の事情によりそれが出来なかった。その理由の一つは、行政側の情報提供を信頼し過ぎた結果でもあった。行政側の情報が一般に周知されていなかったのは否めない事実であったと思われる。もう一つは、震災直後には放射線測定器の入手が極めて困難な事情があったということである。

現在では各自治体が一時的に環境放射線量を示し、その情報を容易に入手出来るようになっている。しかし、大災害時には停電や通信事情の混乱によりそれも困難になる事が予測される。今後、東南海地震の到来が強く懸念され、日本歯科医師会でも平成23年から災害コーディネーターの研修が始められる事となるなど、歯科医師の災害時における関与に期待が高まったとの印象も感じられる。その時われわれ歯科医師は、歯科医療の提供のみならず、原子力災害に対する警鐘的情報提供も行うことが出来る職種であると認識する。

結 語

東日本大震災後の鳥取県米子市および周辺地域の環境放射線量は自然放射線量の範囲内であった。

日本国内でデジタル機を使用した歯科用レントゲン撮影を1日3回行うと、世界平均の自然放射線被曝量となる。

歯科医院に常備されているX線計測機器によって、原子力災害時には何らかの警告を発することが出来る可能性が示唆された。

引用文献

- 1) Teppei J. Yasunari, Andreas Stohl, et al. : Cesium-137 deposition and contamination of Japanese soils due to the Fukushima nuclear accident : <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1112058108>, 2011
- 2) 丸山隆司, 岩井一男, 馬瀬直通, 他 : 歯科X線撮影における件数および集団線量の推定. 歯科放射線. 31 : 285-295, 1989
- 3) 丸山隆司, 岩井一男, 西澤かな枝, 他 : X線診断による臓器・組織線量, 実効線量および集団実効線量 : RADIOISOTOPES, 45 : 761-773, 1996
- 4) 渡部茂, 高橋大輔 : インフォームド・コンセントに有用なCT被曝実効線量把握の試み. 株式会社日立メディコMEDIX, VOL.51, 2009
- 5) 世界における自然放射線による放射線被ばく. 財団法人高度情報科学技術研究機構編. 原子力用語辞書 : 09-01-05-05. <http://www.rist.or.jp/atomica/index.html>
- 6) Bethesda, et al : Radiation exposure and high-altitude flight. National Council of Radiation Protection and Measurements No.12: 1-23, 1995.
- 7) 古本啓一, 菊池厚 : 歯科放射線学, 第1版, 医歯薬出版, 1982.
- 8) 放射線の人体への影響 : 財団法人放射線影響協会編. 放射線の影響が分かる本 : <http://www.rea.or.jp/wakaruon/mokuji.html>