

原 著

ラドン吸入がペットの健康改善に及ぼす 効果に関する基礎的検討

片岡隆浩，徳永力三，迫田晃弘，
川辺 睦，花元克巳，山岡聖典

Reprinted from
RADIOISOTOPES, Vol.61, No.1
January 2012



Japan Radioisotope Association

<http://www.jrias.or.jp/>

原 著



ラドン吸入がペットの健康改善に及ぼす効果に関する基礎的検討

片岡隆浩*, 徳永力三**, 迫田晃弘*·***, 川辺 睦*, 花元克巳*, 山岡聖典*

*岡山大学大学院保健学研究科

700-8558 岡山県岡山市北区鹿田町 2-5-1

**南富士ケンネル附属動物病院

417-0801 静岡県富士市大淵 3838-2

***日本原子力研究開発機構人形峠環境技術センター

708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上斎原 1550

2011年6月6日 受理

著者らは今までに、共同開発したラドン吸入装置を用いマウスにラドン吸入をさせた場合、諸臓器中の抗酸化機能が亢進する可能性などを明らかにしてきた。本研究では、ラドン吸入の獣医療への応用の可能性について新たに検討するため、健康なイヌ5頭（オス：2（1,9才）、メス：3（1～5才））及び慢性腎不全症のネコ8頭（オス：3（2～6才）、メス：5（5～7才））を対象に基礎的な検討をした。すなわち、約5500 Bq/m³のラドンを1回30分で隔日に30日間（計15回）それぞれ吸入させた。その結果、イヌにおいて、中性脂肪が減少する可能性が示された。また、その効果は吸入開始20～30日後に現れることも示唆できた。他方、ネコにおいて、飲水量が改善し血清中クレアチニンが基準値内に減少する症例がみられるなど、慢性腎不全症に対し一定の効果が期待できる可能性が示唆された。

Key Words : dog, cat, radon inhalation, serum biochemistry, chronic renal failure

1. 緒 言

著者らは今までに、低線量の放射線照射が活性酸素に由来する疾患に対し予防効果や症状の緩和効果のあることを示唆する報告をしてきた¹⁾⁻⁵⁾。例えば、低線量X線照射により、マウスにおいて足の虚血-再灌流障害を¹⁾、また、凍結脳損傷に伴う脳浮腫や細胞損傷を²⁾、更に、四塩化炭素誘導の肝障害を^{3),4)}、それぞれ抑制する可能性を明らかにした。他方、これらの抑制効果の機序として、例えば、低線量照射により誘導される抗酸化機能の亢進の関与の可能性を示した¹⁾⁻⁴⁾。

低線量 α 線を放出するラドンを含む温泉は不老長寿の湯とも薬湯とも謂われ、世界的に三朝温泉（鳥取県）が有名である。ラドン温泉に

は、一般の温泉にある温熱作用や化学的作用などに加え放射能としてのラドンに由来する作用も有している。岡山大学病院三朝医療センターでは、ラドンの生体への有益効果を利用したラドン高濃度熱気浴療法などが実施されている⁵⁾⁻⁷⁾。適応症としては気管支喘息、変形性関節症、高血圧症、糖尿病、疼痛などがあり、活性酸素に由来する生活習慣病が多い。

しかし、ラドンを豊富に含有する温泉は世界的にも少なく、地理的にも限定されているのが現状である。このため、著者らは当該三朝医療センターで実施しているラドン高濃度熱気浴療法とほぼ同様の医学的効果が再現でき、かつ、汎用性があり身近な場所でいつでも利用できるラドンミスト発生装置を共同開発した⁸⁾。なお、著者らは、呼吸によって取り込まれるラドンは

極微量であるため、比較的高濃度のラドン環境下でさえも各組織の吸収量は比較的小さいことを報告し⁹⁾、本装置の安全性を確認している。

更に、その装置を小動物用に製作し、これを用いたマウスにラドンを吸入させた場合、脳・肺・肝臓・腎臓において、抗酸化酵素であるスーパーオキシドジスムターゼ (SOD) やカタラーゼの両活性が増加し、過酸化脂質量が減少することがわかった⁸⁾。この抗酸化機能の亢進により、ラドン吸入は活性酸素障害の抑制、すなわち、生活習慣病の予防や症状緩和に効果のあることが示唆できた。同様に、四塩化炭素誘導の肝障害や腎障害を生じたマウスにラドンを吸入させた場合、肝臓と腎臓中の抗酸化機能が亢進し、いずれの障害も抑制される可能性も明らかにしている¹⁰⁾。

ところで、イヌなどのペットには22～40%の肥満があると推定されるとの報告例がある¹¹⁾。ヒトと同様に、肥満に伴う疾患の増加も予想される。これらの疾患に対し、ペットに精神的ストレスを与えることなく、簡便で、安価な治療方法を確立させることが期待されている。

著者らは今まで、小動物やヒトを対象とした研究を実施してきたが¹²⁾、ペットを対象とした報告例は皆無に近い。本研究では、上述の知見などを踏まえ、ラドン吸入による獣医療への応用を目的に、正常なイヌや慢性腎不全のネコに及ぼすラドン吸入の効果について基礎的検討をした。

2. 材料と方法

2.1 材料

南富士ケンネルで飼育されているイヌ及び南富士ケンネル附属動物病院に来院したネコのうち、1～9歳の健全なイヌ5頭 (Table 1) と慢性腎不全症のネコ8頭 (Table 2) を材料とした。一般血液検査や血液生化学検査により、疾患などの治療の必要のないイヌを健全とした。また、慢性腎不全は The International renal interest society (IRIS) による IRIS Guidelines の IRIS 2009 Staging of chronic kidney disease (血漿クレアチニン < 1.6 (mg/dL))¹³⁾ に基づき診断、材料の選定をした。慢性腎不全症のネコは Table 2 に示すように、腎臓への負荷を軽減する作用・効果のある塩酸ベナゼプリルや食餌療法、尿毒症症状の発現の抑制効果のあるコバルジンを投薬した。これらの投薬はラドン吸入中も継続して実施した。ラドン吸入時以外の飼育環境は、イヌは室内飼育を、ネコは各飼い主の飼育方法に従った。

Table 1 Profile of dogs

No.	Age (year)	Gender	Breed	Body Weight (kg)
1	1	Male	Toy Poodle	4.4
2	9	Male	Miniature Dachshund	4.3
3	1	Female	West Highland White Terrier	6.5
4	2	Female	Pug/ French Bulldog	4.4
5	5	Female	Great Dane	65.5

Table 2 Profile and treatment of cats with chronic renal failure

No.	Age (year)	Gender	Breed	Body Weight (kg)	Treatment (Drug (Dose)) & Therapy	Treatment Period (month)
1	2	Male	Mongrel	4.5	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day), Diet Therapy,	1
2	4	Male	American Curl	4.0	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day)	11
3	6	Male	American Curl	4.0	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day)	6
4	5	Female	Russian Blue	3.5	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day), Diet Therapy,	8
5	6	Female	American Shorthair	3.5	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day)	10
6	7	Female	Himalayan	4.2	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day)	9
7	7	Female	Singapura	3.8	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day)	8
8	7	Female	Mongrel	3.2	Benazepril Hydrochloride (1.0 mg/kg/day), Diet Therapy, Covalzin (400mg/day)	8

Benazepril Hydrochloride (Angiotensin-converting Enzyme Inhibitor): renoprotective agent, Diet Therapy: renoprotective effect, Covalzin: inhibition of uremia

2・2 ラドンの吸入条件

ラドン吸入装置 (株)ラドン医療研究開発機構製, 岡山) を用い, ラドンを吸入させた。本吸入装置は以前報告したラドン吸入装置をイヌ・ネコ用に改良した装置である⁸⁾。ここで, ケージ内のラドン平均濃度は, 線源より得たラドンをポンプによりケージに送り込む方法で約 5 500 Bq/m³ (温度: 20 ~ 25°C, 湿度: 90% 以上) に調整した。ラドン濃度を AlphaGUARD (Genitron, フランクフルト, ドイツ) を用いて測定した。また, 三朝ラドン高濃度熱気浴室は湿度が 90 ~ 100% と高いことから, これに倣い, 粒子 5 ~ 50 μm のネブライザーミストと混合し, ラドンを効果的に吸入させた。1 回 30 分で隔日に 30 日間 (計 15 回) ラドンを吸入させた。ここで, ラドン濃度は三朝医療センターにおけるラドン高濃度熱気浴療法の約 2.5 倍の濃度に相当する。また, 吸入方法も 1 日 1 回 40 分で隔日に実施されている同療法を参考に設定した。

2・3 生化学分析

イヌはラドン吸入前, 吸入開始 10, 20 及び 30 日後に, ネコはラドン吸入開始前及び吸入開始 30 日後にそれぞれ採血し, 得られた血清を試料に供した。採血に際し, イヌは前日より絶食し, 翌日にラドン吸入後, 採血をした。ネコは食餌の制限をしなかった。肝機能の指標となるグルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ (GPT), 総ビリルビン, 総コレステロール, 中性脂肪, 総蛋白, 及びアルブミン, また, 腎機能の指標となるクレアチニン及び尿素窒素をそれぞれ, 臨床化学自動分析装置スポットケム EZSP-4430 (アークレイ株式会社製, 京都) を用いて測定した。各生化学値の正常値は Handbook of Companion Animal Nursing¹⁴⁾ から引用した。

2・4 外見の所見

慢性腎不全症のネコに関しては, 飲水量, 摂

食量, 被毛密度, 及び落屑の量の所見について獣医学的観点から評価した。ラドン吸入前に対するそれぞれの改善の程度を 5 段階評価した。飲水量について, 20% 以上の減少を 1, 10% 減少を 2, 変化なしを 3, 10% 増加 4, 20% 以上の増加を 5 とした。摂食量と被毛密度について, 10% 以上の減少を 1, 5% 減少を 2, 変化なしを 3, 5% 増加 4, 10% 以上の増加を 5 とした。さらに, 落屑の量について, 10% 以上の増加を 1, 5% 増加を 2, 変化なしを 3, 5% 減少を 4, 10% 以上の減少を 5 とした。

2・5 統計学的処理

各測定値は, 2 群の比較は t-検定で, 多重比較検定はダネット検定を行い, 関係図中に平均値 ± 標準誤差で示した。

なお, 南富士ケンネル附属動物病院に来院したネコの飼い主の同意を得て本実験を実施した。さらに, 実施機関である南富士ケンネル附属動物病院の動物実験倫理委員会の承認を得て実施した。

3. 結 果

3・1 ラドン吸入がイヌ肝機能に及ぼす効果

ラドン吸入後の GPT 活性, 総ビリルビン量, 及び総コレステロール量には有意な変化がなかった。しかし, アルブミン量は 20 日後に, 総蛋白量と中性脂肪量は 20 日後と 30 日後に, それぞれラドン吸入前に比べ有意に減少した (Fig. 1) が, いずれも正常値内の変動であった。

3・2 ラドン吸入がイヌ腎機能に及ぼす効果

ラドン吸入後のクレアチニン量及び尿素窒素量はいずれも有意な変化はなかった (Fig. 2)。

3・3 ラドン吸入がネコ慢性腎不全症に及ぼす効果

ラドン吸入後に 3 匹のネコに飲水量の増加が認められた (Table 3)。摂食量は全てのネコに,

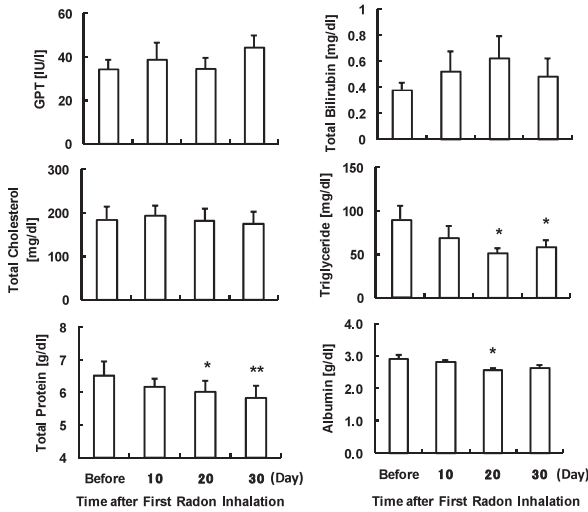


Fig.1 Changes in hepatic function associated substances in blood. Each value indicates the mean \pm standard error of mean. The number of dogs per experimental point was 5. * $P < 0.05$ and ** $P < 0.01$ are gained by value before vs after inhalation. Normal value ; GPT 15 - 70 IU/L, total bilirubin 0.1 - 0.5 mg/dL, total cholesterol 100 - 248 mg/dL, triglyceride 23 - 57 mg/dL, total protein 5.4 - 8.8 g/dL, albumin 2.6 - 4.8 g/dL.

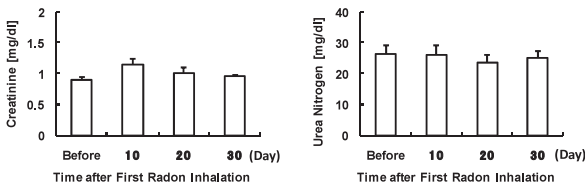


Fig.2 Changes in renal function associated substances in blood. Each value indicates the mean \pm standard error of mean. The number of dogs per experimental point was 5. Normal value ; creatinine 0.5 - 1.2 mg/dL, urea nitrogen 10 - 28 mg/dL.

被毛密度は2匹に、落屑の量は4匹にそれぞれ改善が認められた (Table 3)。また、尿素窒素やクレアチニン量はラドン吸入前に比べ有意差はなかったが (Fig. 3 A), 飲水量が増加したネコでは、いずれもラドン吸入後にクレアチニン量が減少していた (Fig. 3 B)。ラドンによるネコの慢性腎不全に及ぼす効果を詳細に検討す

Table 3 Effects of radon inhalation on clinical characteristics of cats with chronic renal failure

No.	Drinking	Appetite	Hair coat density	Desquamation
1	3	4	4	4
2	4	5	3	4
3	3	4	3	3
4	3	4	3	3
5	3	4	3	3
6	4	4	3	3
7	3	4	3	4
8	5	4	4	5
Average	3.50	4.13	3.25	3.63

Drinking ; 1. Decrease more than 20%, 2. Decrease by 10%, 3. No effect, 4. Increase by 10%, 5. Increase more than 20%

Appetite, Hair coat ; 1. Decrease more than 10%, 2. Decrease by 5%, 3. No effect, 4. Increase by 5%, 5. Increase more than 10%

Desquamation ; 1. Increase more than 10%, 2. Increase by 5%, 3. No effect, 4. Decrease by 5%, 5. Decrease more than 10%

The clinical characteristics after radon inhalation are compared with those before the first radon inhalation.

るため、飲水量の改善が認められた3匹 (Group A ; No. 2, No. 6, No. 8) と飲水量の改善が認められなかった5匹 (Group B ; No. 1, No. 3, No. 4, No. 5, No. 7) に分けてクレアチニンの変化特性に着目した。その結果, Group A では有意差はないものの, クレアチニン量はラドン吸入前に比べ20%減少した (Fig. 3 B, C)。

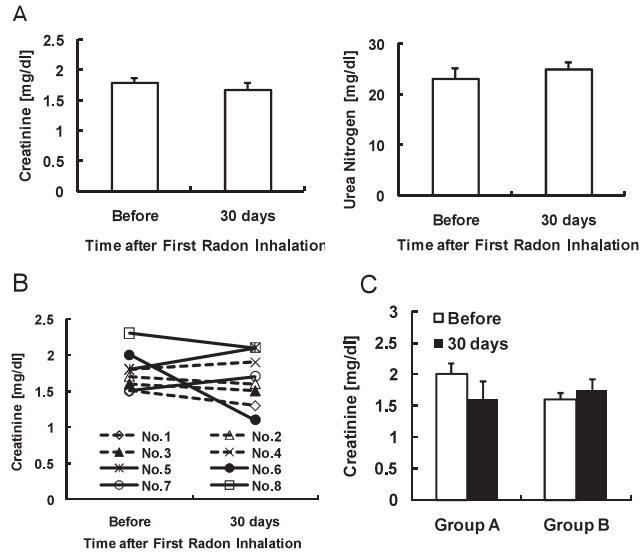


Fig. 3 Changes in renal function associated substances(A) and creatinine level(B), creatinine level(C) of Group A (No.2, No.6, No.8) and Group B (No.1, No.3, No.4, No.5, No.7) in cats with chronic renal failure. The score of improvement in drinking of Group A is 4 or 5, and that of Group B is 3. Each value indicates the mean \pm standard error of mean. The number of cats per experimental point of (A) is 8 and that of (C) is 3 and 5. Normal value; creatinine 0.6–1.5 mg/dL, urea nitrogen 17–30 mg/dL.

4. 考 察

低線量 X 線や γ 線照射は刺激効果^{15), 16)}や放射線適応応答^{17)–20)}が誘導されることが報告されている。著者らは、マウスを用いた実験でラドン吸入により抗酸化機能が亢進すること^{8), 9)}や、ヒトを対象としたラドン吸入試験により、抗酸化機能や免疫機能の亢進、組織循環の促進など、ラドン吸入には様々な刺激効果のある可能性を示唆してきた⁶⁾。さらに近年、マウスを用いた実験により、ラドン吸入は肝障害や腎障害を抑制する可能性のあることを報告してきた¹⁰⁾。しかし、これらの報告は吸入時間が長く、また、ラドン濃度が高いため、臨床応用には適さない。本研究では、三朝医療センターで実施されているラドン療法に倣い、ラドン療法の獣医療への可能性について検討した。

ラドン吸入による健康イヌ肝機能の変化について、GPT 活性や総ビリルビン量に有意な変化がなかった。他方、ラドン吸入開始 20 日後以降に総蛋白量やアルブミン量が有意に減少したが、正常値内 (2.6–4.8 g/dL) の変動であり、その意義については今後の検討を要する。

マウスへの高濃度ラドンの短時間吸入では肝臓中の中性脂肪が有意な変化を示さなかったが¹⁰⁾、本実験では正常範囲ながら中性脂肪の有意な減少がラドン吸入開始 20 日後以降に認められた。これは、ラドン熱気浴療法が 3–4 週間治療効果が認められることと一致し、継続的なラドン吸入が高脂血症の予防に有効となるかもしれない。

ラドン吸入による正常なイヌの腎機能の変化はなく、マウスへの高濃度ラドンの短時間吸入時の知見¹⁰⁾と一致する。

他方、慢性腎不全症のネコにおいて、ラドン吸入後に全例の摂食量が増加したことや数例の水分摂取量が増加したことは、ラドン温熱療法が組織循環やエネルギー消費を増加させる作用があること²¹⁾に起因するかもしれない。これらネコにおける摂水量の増加とクレアチニン量の減少についての関連性は今後詳細に検討する必要がある。ネコの慢性腎不全治療において、投薬や療法食を拒否する場合もあり、ラドン吸入はネコなどに精神的ストレスをかけない治療法として有用となる可能性がある。

今までラドンの健康効果に関する小動物を用いた研究は数日間連続吸入させた場合が主であった。このため、三朝医療センターで実施されているラドン療法と概ね同じ30日間反復して吸入させた場合の見解は皆無に近く、その効果についても不明な点が多かった。しかし、本研究により動物種によっては、中性脂肪の減少や慢性腎不全症に対する症状の改善効果が期待できる可能性が示された。

5. 結 言

本研究により、概ね20～30日間のラドン吸入に伴い中性脂肪が減少したことなどから、イヌにおける脂質代謝の改善に有効に働く可能性が示唆された。また、慢性腎不全症のネコにおいて、ラドン吸入により飲水量の増加とともに、血清中クレアチニン量が正常値内に減少する例がみられるなど、ラドン吸入による一定の改善効果を期待できる可能性が示唆された。今後、ラドン吸入による有益効果を明らかにするとともに、ラドン吸入を獣医療にどのように効果的に応用していくかについて、より詳細な検討を行う必要がある。

謝 辞

本研究におけるラドン吸入試験では、(株)ラドン医療研究開発機構の和田健一氏に多大な労苦をお掛けした。心から謝意を表したい。

文 献

- 1) Kataoka, T., Mizuguchi, Y., Yoshimoto, M., Taguchi, T. and Yamaoka, K., Inhibitory effects of prior low-dose X-irradiation on ischemia-reperfusion injury in mouse paw, *J. Radiat. Res.*, **48**, 505-513 (2007)
- 2) Yoshimoto, M., Kataoka, T., Toyota, T., Taguchi, T. and Yamaoka, K., Inhibitory effects of prior low-dose X-irradiation on cold-induced brain injury in mouse, *Inflammation* (in press), DOI : 10.1007/s 10753-011-9293-9
- 3) Yamaoka, K., Kataoka, T., Nomura, T., Taguchi, T., Wang, D. H., Mori, S., Hanamoto, K. and Kira, S., Inhibitory effects of prior low dose irradiation on carbon tetrachloride-induced hepatopathy in acatalasemic mice., *J. Radiat. Res.*, **45**, 89-95 (2004)
- 4) Kataoka, T., Nomura, T., Wang, D. H., Taguchi, T. and Yamaoka, K., Effects of post low-dose X-ray irradiation on carbon tetrachloride-induced acatalasemic mice liver damage., *Physiol. Chem. Phys. Med. NMR*, **37**, 109-126 (2005)
- 5) Yamaoka, K., Mitsunobu, F., Hanamoto, K., Mori, S., Tanizaki, Y. and Sugita, K., Study on biological effects of radon and thermal therapy on osteoarthritis, *J. Pain*, **5**, 20-25 (2004)
- 6) Yamaoka, K., Mitsunobu, F., Hanamoto, K., Mori, S., Tanizaki, Y. and Sugita, K., Biochemical comparison between radon effects and thermal effects on humans in radon hot spring therapy, *J. Radiat. Res.*, **45**, 83-88 (2004)
- 7) Mitsunobu, F., Yamaoka, K., Hanamoto, K., Kojima, S., Hosaki, Y., Ashida, K., Sugita, K., and Tanizaki, Y., Elevation of antioxidant enzymes in the clinical effects of radon and thermal therapy for bronchial asthma, *J. Radiat. Res.*, **44**, 95-99 (2003)
- 8) 中川慎也, 片岡隆浩, 迫田晃弘, 石森 有, 花元克巳, 山岡聖典, ラドン吸入試作装置によるマウス諸臓器中の抗酸化機能の亢進に関する研究, *RADIOISOTOPES*, **57**, 241-251 (2008)
- 9) Sakoda, A., Ishimori, Y., Kawabe, A., Kataoka, T., Hanamoto, K., and Yamaoka, K., Physiologically-based pharmacokinetic modeling of inhaled ra-

- don to calculate absorbed doses in mice, rats and humans, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **47**, 731-738 (2010)
- 10) Kataoka, T., Nishiyama, Y., Toyota, T., Yoshimoto, M., Sakoda, A., Ishimori, Y., Aoyama, Y., Taguchi, T. and Yamaoka, K., Radon inhalation protects mice from carbon-tetrachloride-induced hepatic and renal damage, *Inflammation*, **34**, 559-567 (2011)
 - 11) McGreevy, P. D., Thomson, P. C., Pride, C., Fawcett, A., Grassi, T. and Jones, B., Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved, *Vet Rec.*, **156**, 695-707 (2005)
 - 12) Kataoka, T., Aoyama, Y., Sakoda, A., Nakagawa, S. and Yamaoka, K., Basic study on biochemical mechanism of thoron and thermal therapy, *Physiol. Chem. Phys. Med. NMR*, **38**, 85-92 (2006)
 - 13) IRIS Guidelines, IRIS 2009 Staging of CKD
http://www.iris-kidney.com/pdf/IRIS_2009_Staging_CKD.pdf
 - 14) 浅野妃美, 浅野隆司, Handbook of Companion Animal Nursing, pp.59-60, インターズー, 東京 (2004)
 - 15) Sanderson, B. J. S. and Morley, A. A., Exposure of human lymphocytes to ionizing radiation reduces mutagenesis by subsequent ionizing radiation, *Mutat. Res.*, **164**, 347-351 (1986)
 - 16) Ibuki, Y. and Goto, R., Enhancement of concanavalin A-induced proliferation of splenolymphocytes by low-dose-irradiated macrophages, *J. Radiat. Res.*, **35**, 83-91 (1994)
 - 17) Shadly, J. D., Afzal, V. and Wolff, S., Characterization of the adaptive response to ionizing radiation induced by low doses of X rays to human lymphocytes, *Radiat. Res.*, **111**, 511-517 (1987)
 - 18) Ikushima, T., Radio-adaptive response: characterization of a cytogenetic repair induced by low-level ionizing radiation in cultured Chinese hamster cells, *Mutat. Res.*, **227**, 241-246 (1989)
 - 19) Sankaranarayanan, K., Von Duyn, A., Loos, M. J., and Natarajan, A. T., Adaptive response of human lymphocytes to low-level radiation from radioisotopes of X-rays, *Mutat. Res.*, **211**, 7-21 (1989)
 - 20) Shandly, J. D. and Wiencke, J. K., Induction of the adaptive response by X-rays is dependent on radiation intensity, *Int. J. Radiat. Biol.*, **56**, 107-118 (1989)
 - 21) Masuda, A., Nakazato, M., Kihara, T., Minagoe, S. and Tei, C., Repeated thermal therapy diminishes appetite loss and subjective complaints in mildly depressed patients, *Psychosomatic Medicine*, **67**, 643-647 (2005)

Abstract**Basic Study on Positive Effects of Radon Inhalation on Pet's Health**

Takahiro KATAOKA*, Rikizo TOKUNAGA**, Akihiro SAKODA*,***, Atsushi KAWABE*,
Katsumi HANAMOTO* and Kiyonori YAMAOKA*

*Graduate School of Health Sciences, Okayama University
5-1 Shikata-cho, 2-chome, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama Pref. 700-8558, Japan

**Minamifuji Kennel Animal Hospital

3838-2 Oobuchi, Fuji-shi, Shizuoka Pref. 417-0801, Japan

***Ningyo-toge Environmental Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency
1550 Kamisaibara, Kagamino-cho, Tomata-gun, Okayama Pref. 708-0698, Japan

Radon inhalation using our radon exposure device activated anti-oxidative function in some organs of mouse. To assess the possibility of its application to veterinary care, healthy dogs and cats with chronic renal failure were inhaled radon at a concentration of 5 500 Bq/m³ for 30 minutes every 2 days for 30 days. In result, radon inhalation within a relatively long time period significantly decreased the triglyceride level of dogs. On the other hand, some cats increased the volume of drinking water by radon inhalation and the creatinine level in blood of these cats was decreased to normal level. These findings suggest that radon inhalation may have curative properties against chronic renal failure.

(Received June 6, 2011)