

## ◎総説

## ラドン泉ホルミシス

古元 嘉昭, 得能 輝男, 曾田 益弘, 平井 俊一,  
森末 真八, 鈴鹿伊智雄, 砂川 満,<sup>1)</sup> 萬 秀憲<sup>1)</sup>

岡山大学医学部環境病態研究施設

リハビリテーション外科学分野

<sup>1)</sup>研究生

要旨：ラドン泉浴の保温作用は、薬効的には高濃度（13,764—23,743Bq/ℓ）ラドンの吸入による組織循環の改善による。ラドンによる脈管作動的機序はなお明らかにし得ていないが、末梢循環改善作用に基づく保温効果は疲労回復、及び退行性変性の慢性疼痛緩解に適応を有する。生物に対する放射能は、すべて有害とする認識が一般的であるが、自然放射能を含めてその刺激作用によりbio-positiveの恩恵を受けている。ラドン泉浴によるbio-negativeの報告も見られる中で、ホメオスターシスの維持に必要なbio-positiveなhormetic effectsとしての刺激作用の解明が望まれる。

索引用語：ラドン泉、適応症、放射能泉、ホルミシス

Key words : Radon springs, Indications, Radioactive springs, Hormesis.

## はじめに

療養泉浴と水道水浴との顕著な差は浴後の保温作用にあると言えよう。浴後の保温作用は全ての療養泉にあるが、保温作用をもたらす機序はそれぞれ異なっている。われわれは、ラドン泉浴後の保温作用を微小循環の改善効果の面より明らかにして来た<sup>1)</sup>。ラドン泉は<sup>226</sup>Raの壊変物である<sup>222</sup>Rnを温泉水中に含む放射能泉でエネルギーの主体はα線にある。生体に進入するラドンは生体の正常構成成分ではなく、放射能は一般に生体障害作用を持つとして認識されていることもあり療養泉として意義づけには一考を要するところであろう。

本邦では疫学的に放射能泉による悪性新生物の発生を見ないことなどからその無害なことが強調されてきた。最近、生物に対する放射線の有害な影響よりも有益な作用を研究しようと言うRadia-

tion hormesis の研究への機運が高まりつつある。この機会に放射能泉の医治作用をHormesisの面から考えてみたい。

## 1. ラドン泉浴の適応

ラドン泉の効能として明らかなものは、浴後の保温作用である。

わが国における放射能泉の医学的研究は、1939年に岡山医科大学三朝温泉療養所（後の放射能泉研究所、温泉研究所）が開設されて以来、多方面に亘ってそのほとんどを網羅する成果を挙げてきた。今日成書にみる適応症は慢性関節リウマチをはじめとして57を数える<sup>2,3)</sup>。

放射能泉に限らず、全ての療養泉には適応症が挙げられている。廣辞苑によると、適応症とは“薬剤、手術その他の治療法が適用されて効果を表わす疾患または症候”とある。温泉療法医が療養指導、あるいは治療の過程においてこれらの適応症を念頭におくことは意味のあることであるが、

一般用に揭示することは誤解の基となる点で問題がある。因果関係の明らかでない疾患名を挙げることは療養泉の正しい使用を妨げるものである。

われわれの実験的研究によると、高濃度ラドン泉(13,764-23,743Bq/ℓ, 池田鉱泉)の吸入によってのみ皮下組織の循環が約16%増加するという薬効的效果を認めている<sup>1)</sup>。因果関係としての薬効的效果が直ちに得られる療養泉はきわめて少ない。ラドンの体内進入率のきわめて高い(29%)吸入浴で、しかも数少ない高濃度泉を用いての結果であるが、当三朝温泉(平均400Bq/ℓ)のラドン泉浴の効果を推量するのに十分であろう。

通常のラドン泉入浴では吸入を伴っており、療養泉は連浴によって効果を上げるのであるから保温作用と転帰は効果的である<sup>4)</sup>。われわれの研究では、組織の循環動態を血液、リンパ、組織液を含めた体液の移動として評価しており<sup>5)</sup>、体液循環の増加と保温効果のよい組合せは組織への栄養補給と老廃物の洗い出しに有効に作用して、慢性疼痛を改善すると考える。従ってラドン泉浴の効果としては、保温と慢性疼痛の緩解を上げることが出来るので慢性の痛みを訴える療養者にその病態に応じて処方することが出来るのである。成書にあるような、例えば脊髄癆、胆石症、性器発育不全症などの適応があるとは考えられず、世の一般には到底説明の出来ないことである。

## 2. ラドン泉浴とHormesis

放射能泉は、放射性成分の単なる水溶液ではなく、温泉中に放射性成分が加わったものであるので当然他の含有成分による効果も加味して効能判定されなければならない。ラドン泉浴による組織循環改善作用の機序は明らかでない。放射能泉療法では、ラドンの $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ の三線全てを利用しており、しかもそのエネルギーの主体が $\alpha$ 線にあるので微弱な $\alpha$ 線療法とみなされ、ここに温泉の非特異的刺激作用ないし変調作用機序の一つの因子が考えられてきた。末梢循環への作用機序として当然脈管作動的因子が考えられるが、その究明は容易ではない。厚生省の療養泉基準によると、ラドン含量111Bq/ℓ以上の鉱泉を放射能泉とし、673.4Bq/ℓまでを弱放射能泉としている。

またドイツでは吸入用は107.9Bq/ℓ、入浴用は1077.4Bq/ℓ、飲用10774.4Bq/ℓを最低限界としており、各国で約673.4Bq/ℓ以上を入浴用として使っているところが多い。これは自然に存在する放射能よりも明らかな差を示す程度の放射能を与えられる放射能泉で無ければ医学的に意味が無いと言う考えからきていると言うが<sup>2,3)</sup>、ヨーロッパでのラドン吸入治療は血中濃度により10~30分間という制限付であり、また家屋の構造が関係すると思われるが、米国のミネソタ、ノースダコタ両州のラドンの「Hot spot」での家屋内ラドン濃度は米国規制水準(150Bq/m<sup>3</sup>)の50倍にも倍り、17州の調査からは非喫煙者でありながら肺癌で死亡するうち、合衆国全土で年に5,000人はラドン吸気が発症原因と推定され、1988年9月に米国環境保護庁(EPA)はタバコなど、指定有害物と同格にラドンを位置づける法規性物質に指定している<sup>6)</sup>。

一方、当三朝温泉地の大気及び室内空気中の自然放射能(平均値)は、25.9±14.8mBq/ℓ(戸外)、34.5±6.0mBq/ℓ(室内)(非温泉地区戸外11.1±7.4mBq/ℓ)、また、岡山大学三朝分院の患者浴室は、80.7±7.8mBq/ℓ、熱気浴室は、265.8±98.8mBq/ℓである<sup>7)</sup>。

三朝温泉地の大気および室内空気中の自然放射能は、mBq/ℓのレベルであるが個人住宅及び旅館の室内のRn濃度は非温泉地区に比して310%に達しており、入院患者浴室では対照の727%に達している。このレベルの差は温泉浴の効果として歴然と現われて来る、すなわち慢性疼痛を訴える退行性変性疾患患者、特に変形性関節症では、入院後約2週間で効果が現われ始め、1カ月で疼痛の緩解を見るのである。温泉地療養では、この間に療養、及び生活指導を徹底させるべきであろう。

慢性疼痛緩解の機序としてラドン泉浴による組織循環の改善を挙げたが、末梢血行動態における脈管作動的薬理作用は今のところ明らかでなく、ラドン泉浴でうける放射能はきわめて低線量であり、その効果は一定期間の連浴を要する遅効性のものである。 $\alpha$ 線照射の担い手であるラドンは希ガスで生体内では不活性である。ラドン泉は、若

返りの湯とも言われ臨床応用は多岐にわたってはいないが、疫学的にみてもbio-negativeよりもbio-positiveの役割を果たしていると思われる。

われわれは生まれながらに自然放射線を受けている。通常は有害な作用を持っているものが微量の時には有益なホルモンの作用を示す現象はHormesisと言われ、Brownら(1958)の実験以来自然放射線レベルの超極低線量は細胞の増殖に促進的に働くと言う数々の実験が報告されて、低線量放射能は生物に必要なものであると言われるようになってきた<sup>8)</sup>。

放射線生物学の歴史の中で早くから言われていることに、増殖の盛んな組織ほど放射線感受性が高いという重要な法則がある。放射線の生物障害作用の基本的なものが細胞の増殖抑制作用で、有害物質が細胞の基本的な核に障害作用を引き起こすことはよく知られている。しかしながら、自然放射能のような極低線量の放射能がbio-positiveに作用すると言う知見が報告されてから、この方面の研究が進み、ラドン放射能によるDNAの合成、及び修復、ATP産生の増減などが報告され、また線量の増加につれてbio-negativeの傾向も生じることなどから線量の微量測定法の開発も進めなければならないと言われている<sup>9-13)</sup>。

ラドン泉浴による低線量放射線のbio-positiveな作用については、追試、あるいは追跡調査が必要と考える。何事によらず“適量”は調和のとれたものであるが、刺激効果を現わす線量はおそらくは大気中の自然放射線量を越える線量ではあろうが、bio-neutralをbio-positive (Hormetic effects) にするには、あるいはbio-negativeを防ぐにはどの程度の刺激が適当であるかが問題であろう。若返りの湯の所以はこの辺にあるのではなかろうか興味のあるところである。

## 文 献

1. Komoto, Y., Kohmoto, T., Nakao, T., Sunakawa, M., and Yorozu, H.: Tissue perfusion with a Radon bath in combination with CO<sub>2</sub>. Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim., 17:72-78, 1988.
2. 大島良雄, II. 放射能泉の医学, 現代内科学大系, 物理的原因による疾患, 黒川利雄代表監修, 第6刷, 中山書店, 東京, 1966, 122-144.
3. 大島良雄, II. 放射能泉の医学, 三朝温泉誌, 三朝温泉誌編集委員会編, 鳥取県三朝町, 三朝, 1983, 156-157.
4. 砂川 満, 河本知二, 古元嘉昭, 萬 秀憲, 江口泰輝, 人工炭酸泉浴連浴の効果-特に組織ガス分圧, 組織循環の変化について-日温気医誌, 49:83-88, 1986.
5. 古元嘉昭, 組織ガス分圧, 末梢血管疾患の無侵襲診断法, 塩野谷恵彦, 大原 到, 坂口周吉編, 永井書店, 大阪, 1983, 112-122.
6. 「家庭おびやかす見えざるラドン」科学新聞, (3), No.2247, 1988.
7. 御船政明, 放射能泉と三朝温泉, 温泉科学, 31:79-93, 1981.
8. Luckey, T. D., Hormesis with Ionizing Radiation, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, U. S. A., 1980, 45-47.
9. Günther, R., Altmann, H., DNA-Synthese und DNA-Repair bei chronischem Rheumatismus unter Einwirkung kleiner Dosen natürlicher Radioaktivität (Radon), Z. Rheumatol., 31:17-22, 1978.
10. Günther, R., Egg, D., Herold, M., DNA-Repair und Kortisolproduktion unter Radontherapie bei Gesunden und Rheumakranken, Z. angew. Bäder- u. Klimaheilkunde, 26:336-355, 1979.
11. Hofmann, F., Steihaüsler, F., Die Mikrodosimetrie der Alphastrahlung des Radon und seiner Zerfallsprodukte zur Erklärung biologischer Strahlenreaktionen auf zellulärer Ebene, ibidem, 26:399-409, 1979.
12. Steihaüsler, F., Intrazelluläre bio-energetische Änderungen nach Alpha-bestrahlung mit kleinen Dosen, ibidem, 26:409-418, 1979.
13. Pohl-Rüling, J., Fischer, P., Pohl,

E., Chromosomenaberrationen nach Inhalation von  $^{222}\text{Rn}$  und seinen Zerfallsprodukten, *ibidem*, 26 : 437-443, 1979.

#### Radiation hormesis with Radon baths

Yoshiaki Komoto, Teruo Tokunoh,  
Mitsuhiro Soda, Shunichi Hirai,  
Shinhachi Morisue, Ichio Suzuka,  
Mitsuru Sunakawa, Hidenori Yorozu.

Division of Rehabilitation Medicine,  
Institute for Environmental Medicine,  
Okayama University Medical School.

Radon bathings is indicated for chronic pain caused by degenerative changes in connective tissues by warming effect as a result of the improvement in tissue perfusion based on the experimental inhalation study

for high concentration of Radon (13, 764-23, 743 Bq/ℓ). Radioactive radiation has been thought to be bio-negative in general. The environmental radiation in Misasa hospital of  $80.7 \pm 7.8 \text{ mBq}/\ell$  and  $265.8 \pm 98.8 \text{ mBq}/\ell$  in the steam bath room (727-2,395% of Rn-free district) may contribute on Rn spa therapy, as we have no experiences of bio-negative effects of Rn on epidemiology study.

It seems probable that the early data of cosmic radiation effects to promote reproduction rate on the primitive organisms have significance and that the ambient radiation is essential for normal physiological function and life of the living organisms. In order to share the benefit of hormetic effects (hormesis) with Radon springs, optimal dosis should be determined together with the development of precise micro-dosimetry.