

放射能泉における化学成分の経時変化について (1) — あかり園泉 —

山口県衛生研究所 (所長：田中一成)

歳 弘 克 史・溝 田 哲・長 田 健太郎・松 村 宏

Variation of Chemical Composition in Radioactive Springs 1 Investigation of AKARIEN Spring from 1984 to 1986

Katsushi TOSHIHIRO, Satoshi MIZOTA, Kentaro OSADA,
Hiroshi MATSUMURA

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director : Dr. Kazushige TANAKA)

はじめに

温泉は従来より、主として行楽や保養に利用されてきた。しかし、最近では慢性病の治療や健康増進、疾病予防などに高齢者層だけでなく若年者層の間でも、積極的に利用されるようになった。山口県においても、療養泉を利用した温泉療法医による病院での治療や老人養護施設における保健、休養に、また温泉の宅配など、その利用形態が多様化してきている。いずれにしても、泉質が安定していることが利用するうえからも望ましく、とくに療養泉については、泉質の保証が重要なことである。

県内の温泉について、渡辺ら¹⁾及び著者ら²⁾が泉質について、高橋³⁾は地質との関係について、それぞれ報告している。また、著者らは本県の温泉の過半数を占める放射能泉の泉質について概要を報告した。⁴⁾ これらの報告はいずれも、ほとんど1回の分析値に基づくものであり、経時変化に関する調査報告は見当らない。

我々は前述の理由から、温泉の泉質の経時変化を把握する必要を認め、先ず津郡三隅町湯免温泉について3年間調査した。⁵⁾ 今回は、県内放射能泉のうち高濃度のラドン (Rn) を含有する防府市内の老人養護施設あかり園の泉源について、3年間にわたり泉質の調査を行ったので結果を報告する。

調査方法

1 対 象

調査した泉源は、防府市台道あかり園1号泉で、中生代白亜紀の花崗岩地質⁶⁾の深度150 mより動力で揚水している単純放射能冷鉱泉である。

2 期 間

昭和59年4月から62年3月までの3年間、毎月1回採水し調査した。

3 項 目

泉温、ラドン (Rn) 量、pH値、蒸発残留物、ナトリウムイオン (Na^+)、カリウムイオン (K^+)、カルシウムイオン (Ca^{2+})、マグネシウムイオン (Mg^{2+})、フッ素イオン (F^-)、塩素イオン (Cl^-)、硫酸イオン (SO_4^{2-})、ヒドロ炭酸イオン (HCO_3^-)、メタケイ酸 (H_2SiO_3)、遊離二酸化炭素 (CO_2)、その他、ヒ素、鉛などの重金属を調査した。

4 分析方法

化学成分の分析は鉱泉分析法指針⁷⁾によった。また、ラドン量の測定は、理研計器のIM泉効計で行った。

結果及び考察

1 化学成分の測定値

計36回の測定値の範囲、平均値及び変動係数を表

表1 3年間の化学成分測定値

項目	最高値	最低値	平均値	変動係数 (%)
泉温 (°C)	18.6	18.0	18.2	0.9
pH値	6.1	5.8	6.0	1.4
ラドン量 ($\times 10^{-10}$ Ci/kg)	299.5	243.3	270.8	6.2
蒸発残留物 (mg/kg)	158	122	140	6.4
Na	26.4	13.2	19.0	19.0
K	1.8	0.7	1.2	15.5
Ca	11.3	6.9	9.3	14.0
Mg	1.3	1.0	1.2	7.3
F	0.4	0.2	0.3	23.4
Cl	16.2	10.1	13.9	8.0
SO ₄	20.0	12.4	15.8	13.8
HCO ₃	56.6	40.9	44.3	7.5
H ₂ SiO ₃	57.7	34.9	47.3	12.9
CO ₂	91.9	60.5	75.5	11.0

と高い水準を保持している。ラドン量を除けば、主要な陽、陰の各イオンおよびその他の溶存成分も含めて、泉質は井戸水など一般地下水と同程度の性状⁸⁾であった。

各成分の変動をみると、微量のカリウムやフッ素は別として、ナトリウムの変動が最も大で変動係数19%、ついでカルシウム、硫酸イオン、メタケイ酸、二酸化炭素などが10%をこえた。含有成分のほぼ総量を示す蒸発残留物は6.4%と比較的に安定している。ヒ素、鉛などの重金属類はいずれも検出されなかった。

1に示す。

泉温はほぼ18°Cに安定しており、pH値も5.8~6.1とほとんど変化がみられなかった。

療養泉としての泉質成分であるラドン量は、若干の変動があったものの、平均 270.8×10^{-10} ci/kg

なお、湧出量については測定口がなく計測できなかったが、1日40~50m³使用しており、水量は豊富である。

2 成分の経時変化

主な成分(泉温、pH値、蒸発残留物、ラドン

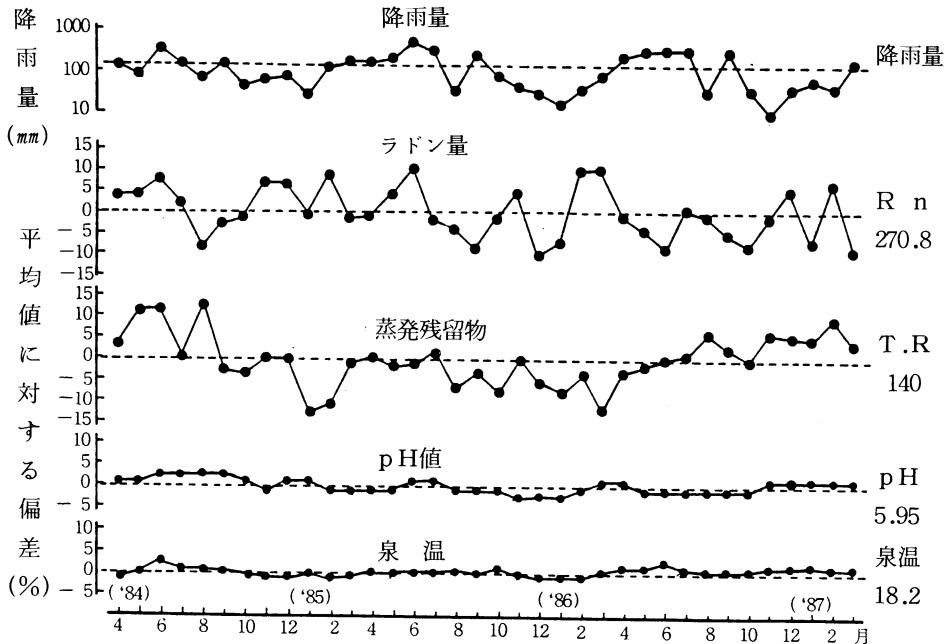


図1 主要成分の推移

量)の測定値について、3年間の推移を図1に示した。泉温およびpH値は前述したように変動が少なく安定している。ラドン量は不規則な変化を示し、平均値に対してほぼ±10%の範囲内で変動しており、蒸発残留物も同程度の偏差(%)で推移した。

3 主要成分の年度別平均値

表2 主要成分の年度別平均値

年 度	59	60	61
泉 温 (°C)	18.2	18.1	18.4
p H 値	6.0	5.9	6.0
ラドン量 (×10 ⁻¹⁰ Ci/kg)	276.9	272.1	263.5
蒸発残留物 (mg/kg)	141	134	144
Na "	15.3	19.6	21.7
SO ₄ "	13.9	15.2	18.2

表2に主要成分(泉温, pH値, ラドン量, 蒸発残留物, ナトリウム, 硫酸イオン)の年度別平均値を示した。この表からラドン量に減少の傾向がうかがわれるが、検定の結果は有意でなかった。ところで、ラドン量の変化については、山口県の湯免温泉では不定で季節的特徴がないこと、⁵⁾ 秋田県八幡平温泉群では、安定、かなりの年間変動、大幅な変動など泉源により異なること、⁹⁾ 広島県では12鉱泉中10カ所が経年減少し、2カ所は増加した、¹⁰⁾ などのほか、南九州加藤久盆地温泉群では一過性とみられるラドン量の減少と地震活動との関係についての報告¹¹⁾がみられる。

これまで、当所が測定した放射能泉のラドン量について、昭和45年以前と55年以降の13泉源における測定値を検討し表3に示した。この表に示すよう

表3 放射能泉ラドン量の経年減少率(%)
(10年以上経過13泉源)

区 分	最高	最低	平均
単純弱放射能温泉 (8)	66	12	38
単純弱放射能冷鉱泉 (4)	32	12	22
単純放射能冷鉱泉 (1)		20	20

に、最高66%、最低12%の減少という結果を得た。今回調査したあかり園のラドン量は、前述したよ

うに、年間平均値からみて年次的に漸減し、結果として3年間に平均4.7%の減少となっている。

岩崎¹²⁾は、ラドンを放出する全エネルギーは、温泉に影響することのできる範囲にあるラジウムの全量によってきまるとしている。泉源に関する地下構造、放出母岩、地下水系などに変化がないかぎり、湧出ラドン量は経時的に減少していくものと考えられる。

ラドン以外の他の成分では、ナトリウムと硫酸イオンに増加の傾向を認めたが、そのほかの各成分には有意な増減がなく、また、各成分の推移についても相互に有意な関係を示す変動はみられなかった。

ラドン量と各成分の相関についても検討を行ったが、いずれも有意な関係は得られなかった。調枝¹³⁾は広島県内の花崗岩地帯に湧出する約60カ所の放射能泉について、ラドン量と蒸発残留物との間に、それぞれ地域を異にして正の相関を示すグループと、負の相関を示すグループがあると報告している。しかし、これと今回の同一泉源における経時的測定値での関係とを単純に比較することはできない。

また、岩崎¹²⁾はラドンと諸成分が温泉中に入る機構は一般に関係がないと述べ、武藤ら⁹⁾もラドン濃度と他成分の間に密接な関係を認めていない。本調査の結果もこれらの報告と合致している。

4 季節変化

つぎに、各成分の季節変化について検討した。高温期で降雨量の多い春から夏(3~8月)と、低温期で降雨量の少ない秋から冬(9~2月)の二季節に大別して、測定値を表4に示す。

この表から、泉温は両季節間にほとんど差がないことがわかる。これは泉源の深度が150mと深く、地表温度の影響がおよばないことと揚水量が多いためと考えられる。また、ラドン量および各成分とも、両季節間に有意な差が認められないことから、降雨量など気象条件の影響を直接受けていないことを示唆しており、さらに、泉源深度および地下構造などの関係から、時期的ずれがあるとしても、降雨量との間に関連のある変化が各成分とも認められなかった。

表4 化学成分の季節別測定値

項 目	春 - 夏				秋 - 冬			
	最高値	最低値	平均値	変動係数 (%)	最高値	最低値	平均値	変動係数 (%)
泉 温 (°C)	18.6	18.1	18.3	0.9	18.5	18.0	18.2	1.0
p H 値	6.1	5.9	6.0	1.2	6.1	5.8	5.9	1.4
ラドン量 ($\times 10^{-10}$ Ci/kg)	299.5	247.3	271.3	6.0	298.0	243.3	270.4	6.6
蒸発残留物 (mg/kg)	158	123	142	6.3	154	122	138	6.3
Na	26.4	13.2	18.2	20.3	23.8	14.0	19.6	16.7
K	1.8	1.0	1.2	16.7	1.4	0.7	1.2	14.6
Ca	10.8	7.5	9.4	10.2	11.3	6.9	9.2	17.3
Mg	1.3	1.0	1.2	7.4	1.3	1.0	1.2	7.4
F	0.4	0.2	0.3	21.8	0.4	0.2	0.3	25.0
Cl	16.2	10.1	13.9	8.8	15.2	12.5	13.8	7.2
SO ₄	19.7	12.4	15.6	13.3	20.0	13.2	16.0	14.4
HCO ₃	52.6	40.9	44.8	6.7	56.6	41.2	43.8	8.2
H ₂ SiO ₃	56.9	39.6	48.0	11.4	57.7	34.9	46.7	14.4
CO ₂	91.9	63.8	76.8	12.6	88.0	60.5	74.1	9.0

5 ラドンの評価

ラドン量が療養泉の泉質として唯一の成分である場合、とくにその測定値の決定が重要なことである。従って、ラドン量が安定もしくは増加の傾向にあることが源泉にとって望ましいことである。しかし、前述のとおり、本源泉のラドン量は不規則に上下しながら、漸減の傾向で推移している。延べ36回の測定値の分布は図2のとおりで、少くとも安定を表わす正規様様の分布ではない。このことは湯免温泉⁵⁾の源泉についてもいえる。

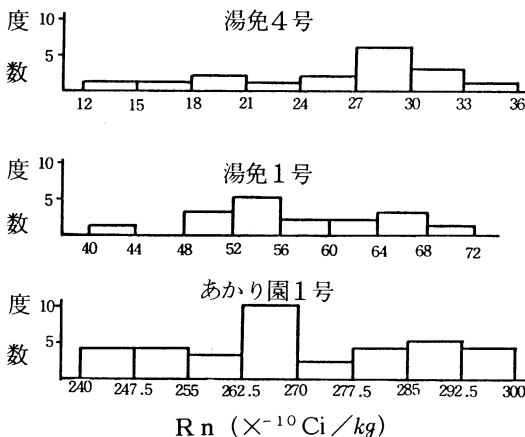


図2 同一源泉のラドン量度数分布 (3年間)

また、ラドンの測定に使用するIM泉効計の定数K値について、1年間計20回測定した結果、変動係数4.5%および7.3%という成績を得ており¹⁴⁾また、本源泉の3年間におけるラドンの変動係数も6.2%とほぼ同程度である。このような観点から、本源泉のラドンはまず妥当な変動幅のなかにおさまっており、規則性をもった変動は表れなかったといえよう。

一方で、本源泉と湯免温泉2源泉の、それぞれ3年間のラドンの最高値および最低値について、平均値からの偏差を平均値に対する百分率で表すと、図3に示すようにラドン量と逆の関係にあり、低濃度ほど変動幅が大きい。従って、1~2回の測定で得られた値は信頼性に乏しいと考えられる。

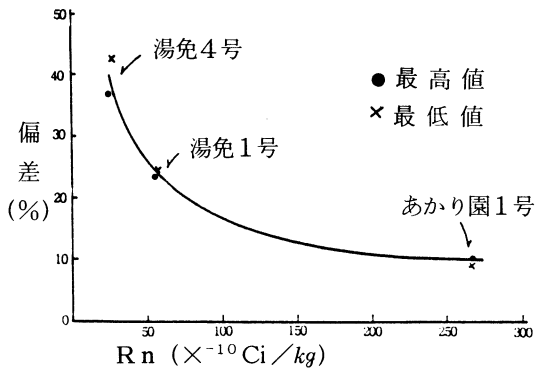


図3 ラドン量平均値に対する最高値及び最低値の偏差

以上のことから、ラドン量については、泉源構造、地質及び地下構造、気象条件の影響等を勘案し測定回数、時期等を十分検討して調査を行い、測定値の変動幅を把握したうえで評価する必要がある。

要 約

高濃度のラドンを含有する防府市あかり園の放射能泉について3年間にわたり泉質を調査した。

泉温とpH値は安定した推移を示した。ナトリウムおよび硫酸イオンに漸増の傾向を認めたほかは、各成分とも有意な変動がみられなかった。

ラドン量は3年間の平均値 $270.8 \times 10^{-10} \text{ci/kg}$ で、これに対する最高値および最低値の偏差はほぼ $\pm 10\%$ であった。年平均値としては減少の傾向を示すものの有意でなく、推移は不規則であった。

今回の調査と、先の湯免温泉調査の結果に基づき、とくに低濃度のラドン量については、変動幅を把握したうえで評価する必要があることを認めた。

稿を終わるにあたり、御指導と御校閲いただいた当所所長 田中一成博士に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 渡辺百江ら：山口衛研業報．(2)，1～11 (1965)
- 2) 歳弘克史ら：山口衛研年報．(21)，67～72 (1978)
- 3) 高橋英太郎：温泉科学．22，39～46 (1971)
- 4) 歳弘克史ら：山口衛研年報．(23)，68～73 (1980)
- 5) 歳弘克史ら：山口衛研業報．(8)，14～17 (1986)
- 6) 山口県：土地分類基本調査(防府)．(1972)
- 7) 環境庁自然保護局編：鉱泉分析法指針(改訂)．(1978)
- 8) 本島公司：地下水・温泉の分析．東京，講談社，1973，p. 37～39．
- 9) 武藤倫子ら：温泉科学．35，106 (1985)
- 10) 中村寿夫：広島県衛研・研究報告．(26)．43～48 (1979)
- 11) 佐藤純ら：温泉工学会誌．12，101～104 (1978)
- 12) 岩崎岩次：温泉工学会誌．7，109～114 (1969)
- 13) 調枝勝幸：広島県衛研・公害研・研究報告．(21)，1～9 (1974)
- 14) 歳弘克史ら：山口衛研年報．(24)，52 (1981)