

温泉の泉質の経年変化及び汚染状況等に関する調査（第Ⅲ報）

— 最終報 —

郡山立身 上村忠司* 仮屋園広幸**
精松紘一郎

1 はじめに

本県は、平成14年3月末の源泉総数が2813で全国第2位、総湧出量が199900ℓ/分で全国第3位とわが国有数の温泉県である。

近年温泉は、浴用に供されるだけでなく、清涼飲料水等の飲用として利用されることが多くなっている。このため揚水量も毎年増加していることから、泉質の変化、湧出量の減少等が懸念されている。また、環境の変化等による地下水の汚染も問題となってきた。

そこで、平成9年度より県内の主な温泉地について、経年変化及び農業等による汚染状況を調査したので報告する^{1), 2)}。

2 調査方法

2.1 調査対象温泉

県内の主な温泉地である、霧島地区、桜島・垂水地区及び喜入・指宿地区に位置する表1に示す6温泉を調査対象とした。

2.2 調査時期及び調査回数

泉質の経年変化については、平成9年10月（第1回）、平成10年1月（第2回）、平成10年9月（第3回）、平成11年1月（第4回）、平成13年9月（第5回）、平成14年1月（第6回）の6回、農業等による汚染状況については、平成9年10月、平成10年1月、平成10年9月、平成14年1月の4回調査した。

2.3 調査項目及び分析方法

2.3.1 調査項目

鉱泉分析法指針に示された項目（ラドンを除く）及び水道法に基づく水質基準及び監視項目に規定された農薬（14種）並びに低沸点有機化合物（20種）について調査した。

2.3.2 分析方法

ヒ素・水銀を除く金属とホウ素についてはICP発光分光分析法、その他の項目については鉱泉分析法指針、水道法に規定された方法で分析した。

表1 調査対象温泉

温泉番号	湧出地
温泉1	始良郡牧園町高千穂
温泉2	始良郡牧園町宿窪田
温泉3	鹿児島市東桜島町
温泉4	垂水市終原
温泉5	揖宿郡喜入町喜入
温泉6	指宿市湯の浜

3 結果及び考察

調査対象温泉別鉱泉成分の測定結果を表2から表7に、平成14年1月の農薬及び低沸点有機化合物の測定結果を表8及び表9に示す。

3.1 温泉1の測定結果

* 鹿児島県保健福祉部生活衛生課 〒890-8577 鹿児島県鹿児島市鴨池新町10番1号
** 鹿児島県環境生活部環境整備課 〒890-8577 鹿児島県鹿児島市鴨池新町10番1号

温泉1は、陽イオンの主成分であるナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン等の変動は小さく、陰イオンの主成分である硫酸イオン、炭酸イオン等はやや変動しているものの塩素イオンの変動は小さかった。その他微量成分の総水銀、銅、鉛は、いずれも検出限界値未満であったが、総ヒ素はやや変動しており、pH、泉温等のその他項目の変動はいずれも小さかった。

同温泉の泉質はナトリウム-塩化物泉であり、泉質の経年的な変化は認められなかった。

3. 2 温泉2の測定結果

温泉2は、陽イオンの主成分であるナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カリウムイオン等の変動は小さく、陰イオンの主成分である塩素イオン、硫酸イオン、炭酸水素イオン等の変動も小さかった。その他微量成分の総水銀、銅、鉛は、いずれも検出限界値未満で総ヒ素の変動も小さく、pH、泉温等のその他項目の変動はいずれも小さかった。

同温泉の泉質はナトリウム・マグネシウム・カルシウム-炭酸水素塩・塩化物泉であり、泉質の経年的な変化は認められなかった。

3. 3 温泉3の測定結果

温泉3は、第4回の測定値と第5回の測定値に変動がみられた。項目別にみるとpHは6.1から7.6に上昇し、泉温は55.4℃から20.6℃に低下していた。また、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、塩素イオン、臭素イオン、硫酸イオン等が増加し、リチウムイオン、カルシウムイオン、メタケイ酸、遊離二酸化炭素、総ヒ素等が減少していた。

同温泉の泉質はナトリウム-塩化物強泉であり、特に第5回、第6回の測定値は、ナトリウムイオン、塩化物イオン等が増加して海水の成分に近い濃度を示しており、原因としては配管の損傷による海水の流入や地殻の変動やストレナーの目詰まりによる揚水量の減少等が考えられる。

3. 4 温泉4の測定結果

温泉4は、陽イオンの主成分であるナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン等の変動は小さく、陰イオンの主成分である塩素イオン、炭酸水素イオン、炭酸イオン等の変動も小さかった。その他の微量成分はいずれも検出限界値未満であり、pH、泉温等のその他項目の変動はいずれも小さかった。

同温泉の泉質はアルカリ性単純温泉であり、泉質の経

年的な変化は認められなかった。

3. 5 温泉5の測定結果

温泉5は、陽イオンの主成分であるナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン等の変動は小さく、陰イオンの主成分である炭酸水素イオン、炭酸イオンはやや変動しているものの、塩素イオンの変動は小さかった。その他の微量成分はいずれも検出限界値未満であり、pH、泉温等のその他項目の変動はいずれも小さかった。

同温泉の泉質はアルカリ性単純温泉であり、泉質の経年的な変化は認められなかった。

3. 6 温泉6の測定結果

温泉6は、陽イオンの主成分であるナトリウムイオンの変動は小さく、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン等はやや変動していた。陰イオンの主成分である塩素イオン、臭素イオン等の変動は小さく、硫酸イオンはやや変動していた。その他微量成分の銅、鉛は検出限界値未満であったが、総水銀、総ヒ素は変動しており、pH、泉温等のその他項目は変動が小さかった。

同温泉の泉質は、ナトリウム-塩化物泉であり、泉質の経年的な変化は認められなかった。

3. 7 農薬及び低沸点有機化合物の測定結果

表8及び表9に示すとおり、平成14年度水道法に基づく水質基準及び監視項目に規定された農薬(14種)及び低沸点有機化合物(20種)は、いずれの検体からも検出されなかった。

なお、平成9年度から今回も含めて4回の測定を実施したが、いずれの検体からも農薬及び低沸点有機化合物は検出されなかった。

4 まとめ

平成9年度から県内の主な温泉地である、霧島地区、桜島・垂水地区及び喜入・指宿地区の6温泉について経年変化及び農薬等による汚染状況を調査した結果、一部の温泉で成分の変化がみられたものの、農薬及び低沸点有機化合物は検出されず、本県の泉質はほぼ良好に推移していることが確認された。

参考文献

- 1) 上村忠司, 福留 充, 他; 温泉の泉質の経年変化及

び汚染状況等に関する調査 (第1報), 鹿児島県衛生研究所報, 34, 34~42 (1998)

び汚染状況等に関する調査 (第2報), 鹿児島県衛生研究所報, 35, 42~50 (1999)

2) 上村忠司, 福留 充, 他; 温泉の泉質の経年変化及

表2 温泉調査結果 (温泉1)

温 泉 1		mg/kg									
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	最 大	最 小	平 均	変動係数
陽 イ オ ン	H ⁺ 水素イオン										
	Li ⁺ リチウムイオン	8.6	8.5	9.2	8.0	7.7	7.5	9.2	7.5	8.3	7.7
	Na ⁺ ナトリウムイオン	761.1	775.1	807.2	817.5	712.3	727.5	817.5	712.3	766.8	5.5
	K ⁺ カリウムイオン	154.2	154.2	158.2	164.3	145.5	129.6	164.3	129.6	151.0	8.0
	NH ₄ ⁺ アンモニウムイオン	2.0	1.4	0.7	0.7	0.3	0.1	2.0	0.1	0.9	82.1
	Mg ²⁺ マグネシウムイオン					0.1					
	Ca ²⁺ カルシウムイオン	14.4	14.3	14.9	16.0	16.0	15.5	16.0	14.3	15.2	5.0
	Sr ²⁺ ストロンチウムイオン	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	38.7
	Ba ²⁺ バリウムイオン										
	Al ³⁺ アルミニウムイオン	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	30.6
	Cr ⁶⁺ クロムイオン										
	Mn ²⁺ マンガンイオン										
	Pb ²⁺ 鉛イオン										
	Fe ²⁺ 第一鉄イオン										
Fe ³⁺ 第二鉄イオン											
Cu ²⁺ 銅イオン											
Zn ²⁺ 亜鉛イオン											
Cd ²⁺ カドミウムイオン											
計		940.6	953.9	990.5	1007.0	882.0	881	1007	881.0	942.5	5.6
陰 イ オ ン	F ⁻ フッ素イオン	1.8	1.8	1.8	1.6	2.0	1.9	2.0	1.6	1.8	7.3
	Cl ⁻ 塩素イオン	1350	1358	1356	1339	1291	1291	1358	1291	1331	2.4
	Br ⁻ 臭素イオン	3.7	3.8	4.9	4.4	4.4	3.9	4.9	3.7	4.2	11.0
	I ⁻ ヨウ素イオン										
	OH ⁻ 水酸イオン										
	HS ⁻ 硫化水素イオン	1.0	0.2	0.6	0.5	2.1	1.8	2.1	0.2	1.0	73.6
	S ²⁻ 硫化物イオン										
	S ₂ O ₃ ²⁻ チオ硫酸イオン					0.8	1.3				
	NO ₂ ⁻ 亜硝酸イオン										
	NO ₃ ⁻ 硝酸イオン										
	HSO ₄ ⁻ 硫酸水素イオン										
	SO ₄ ²⁻ 硫酸イオン	45.0	46.5	50.0	50.0	62.0	63.0	63.0	45.0	52.8	14.8
	H ₂ PO ₄ ⁻ ジヒドロリン酸イオン										
	HPO ₄ ²⁻ ヒドロリン酸イオン										
PO ₄ ³⁻ リン酸イオン											
AsO ₄ ³⁻ メタ亜ヒ酸イオン											
HCO ₃ ⁻ 炭酸水素イオン	25.4										
CO ₃ ²⁻ 炭酸イオン	49.0	60.3	67.4	71.8	63.7	58.9	71.8	49.0	61.9	12.7	
HSiO ₃ ⁻ ヒドロケイ酸イオン											
SiO ₃ ²⁻ ケイ酸イオン											
BO ₃ ⁻ メタホウ酸イオン											
計		1476	1471	1481	1467	1426	1350	1481	1350	1445	3.5
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)		10.1	9.8	10.8	9.4	7.1	7.8	10.8	7.1	9.2	15.5
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)		221.0	240.0	369.6	250.2	238.5	159.8	369.6	159.8	246.5	27.8
メタホウ酸 (HBO ₂)		350.2	363.0	367.2	366.4	327.5	322.5	367.2	322.5	349.5	5.7
硫酸 (H ₂ SO ₄)											
りん酸 (H ₃ PO ₄)											
ガス成分を除く溶存物質総量		2998	3037	3219	3100	2881	2720	3219	2720	2992	5.8
遊離二酸化炭素 (CO ₂)		0.2									
遊離硫化水素 (H ₂ S)		0.1				0.1	0.1				
成 分 総 計		2998	3037	3219	3100	2881	2721	3219	2721	2993	5.8
その他の微量成分											
総水銀 μg/kg		< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
銅 mg/kg		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
鉛 mg/kg		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
総ヒ素 mg/kg		6.793	6.797	7.446	6.296	4.949	5.448	7.446	4.949	6.288	14.8
その他項目											
密度		1.0010	1.0005	1.0010	1.0006	1.0002	1.0003	1.0010	1.0002	1.0006	0.0
蒸発残留物 g/kg		3.447	3.479	3.437	3.331	3.206	3.258	3.479	3.206	3.360	3.3
pH		8.3	8.6	8.4	8.5	8.2	8.4	8.6	8.2	8.4	1.7
泉温 ℃		100.5	99.1	97.8	98.1	95.7	96.0	100.5	95.7	97.9	1.9

表3 温泉調査結果 (温泉2)

温泉 2		mg/kg									
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	最大	最小	平均	変動係数
陽イオン	H ⁺ 水素イオン										
	Li ⁺ リチウムイオン	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	6.7
	Na ⁺ ナトリウムイオン	205.4	214.1	202.5	215.3	191.7	201.1	215.3	191.7	205.0	4.3
	K ⁺ カリウムイオン	43.4	43.4	42.4	44.4	44.3	41.6	44.4	41.6	43.3	2.5
	NH ₄ ⁺ アンモニウムイオン	0.8	1.7	1.0	1.0	2.1	1.8	2.1	0.8	1.4	38.1
	Mg ²⁺ マグネシウムイオン	88.0	92.9	85.3	94.7	91.5	87.8	94.7	85.3	90.0	4.0
	Ca ²⁺ カルシウムイオン	127.4	131.5	123.9	138.2	128.8	124.9	138.2	123.9	129.1	4.0
	Sr ²⁺ ストロチウムイオン	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	10.0
	Ba ²⁺ バリウムイオン	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0
	Al ³⁺ アルミニウムイオン										
	Cr ⁶⁺ クロムイオン										
	Mn ²⁺ マンガンイオン				0.1	0.1	0.1				
	Pb ²⁺ 鉛イオン										
	陰イオン	Fe ²⁺ 第一鉄イオン	2.2	2.2	2.2	2.6	1.5	2.9	2.9	1.5	2.3
Fe ³⁺ 第二鉄イオン											
Cu ²⁺ 銅イオン											
Zn ²⁺ 亜鉛イオン											
Cd ²⁺ カドミウムイオン											
計		468.7	487.3	458.8	497.9	461.5	461.7	497.9	458.8	472.7	3.4
陰イオン	F ⁻ フッ素イオン	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	19.4
	Cl ⁻ 塩素イオン	168.4	173.3	171.0	168.3	164.6	165.3	173.3	164.6	168.5	2.0
	Br ⁻ 臭素イオン	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	10.6
	I ⁻ ヨウ素イオン										
	OH ⁻ 水酸イオン										
	HS ⁻ 硫化水素イオン										
	S ²⁻ 硫化物イオン										
	S ₂ O ₃ ²⁻ チオ硫酸イオン										
	NO ₂ ⁻ 亜硝酸イオン										
	NO ₃ ⁻ 硝酸イオン					0.1					
	HSO ₄ ⁻ 硫酸水素イオン										
	SO ₄ ²⁻ 硫酸イオン	82.4	84.5	82.5	82.7	80.8	81.0	84.5	80.8	82.3	1.6
	H ₂ PO ₄ ⁻ ジヒドロリン酸イオン										
	HPO ₄ ²⁻ ヒドロリン酸イオン										
P ³⁻ リン酸イオン											
AsO ₂ ⁻ メタ亜ヒ酸イオン											
陰イオン	HCO ₃ ⁻ 炭酸水素イオン	1052	1034	1007	1001	1001	1048	1052	1001	1024	2.3
	CO ₃ ²⁻ 炭酸イオン	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	21.9
	HSiO ₃ ⁻ ヒドロケイ酸イオン										
	SiO ₃ ²⁻ ケイ酸イオン										
	BO ₂ ⁻ メタホウ酸イオン										
	計	1304	1293	1261	1253	1247	1295	1304	1247	1275	1.9
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	15.8	
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)	254.3	252.2	256.0	249.0	256.9	251.5	256.9	249.0	253.3	1.2	
メタホウ酸 (HBO ₂)	29.2	31.5	31.0	32.0	31.9	31.2	32.0	29.2	31.1	3.3	
硫酸 (H ₂ SO ₄)											
りん酸 (H ₃ PO ₄)											
ガス成分を除く溶存物質総量	2056	2064	2008	2032	1998	2040	2064	1998	2033	1.3	
遊離二酸化炭素 (CO ₂)	558.0	346.2	424.5	531.2	422.1	557.5	558.0	346.2	473.3	18.6	
遊離硫化水素 (H ₂ S)											
成分 総計	2614	2410	2432	2563	2420	2598	2614	2410	2506	3.8	
その他の微量成分											
総水銀	μg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
銅	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
鉛	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
総ヒ素	mg/kg	0.282	0.226	0.280	0.268	0.266	0.313	0.313	0.226	0.273	10.4
その他項目											
密度		0.9999	0.9998	0.9999	0.9998	0.9995	0.9974	0.9999	0.9974	0.9994	0.1
蒸発残留物	g/kg	1.417	1.490	1.407	1.408	1.397	1.398	1.490	1.397	1.420	2.5
pH		6.5	6.7	6.6	6.5	6.6	6.5	6.7	6.5	6.6	1.2
泉温	℃	52.4	53.2	52.3	51.7	50.3	49.7	53.2	49.7	51.6	2.6

表4 温泉調査結果(温泉3)

温泉 3		mg/kg									
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	最大	最小	平均	変動係数
陽イオン	H ⁺ 水素イオン										
	Li ⁺ リチウムイオン	7.5	7.4	6.4	7.5	0.3	0.4	7.5	0.3	4.9	72.4
	Na ⁺ ナトリウムイオン	7001	7265	7003	6907	10400	10590	10590	6907	8194	21.8
	K ⁺ カリウムイオン	565.2	565.4	589.1	587.9	362.4	369.1	589.1	362.4	506.5	21.6
	NH ₄ ⁺ アンモニウムイオン	11.0	15.5	10.1	10.1	7.8	7.4	15.5	7.4	10.3	28.2
	Mg ²⁺ マグネシウムイオン	832.0	851.5	802.2	867.0	1292.0	1245.0	1292.0	802.2	981.6	22.8
	Ca ²⁺ カルシウムイオン	1019	1015	1031	1057	426	402	1057	402	825	38.6
	Sr ²⁺ ストロチウムイオン	8.8	9.1	9.0	11.5	7.0	6.6	11.5	6.6	8.7	20.2
	Ba ²⁺ バリウムイオン				0.2						
	Al ³⁺ アルミニウムイオン						0.1				
	Cr ⁶⁺ クロムイオン										
	Mn ²⁺ マンガンイオン	0.9	0.9	0.8	2.1	0.7	0.7	2.1	0.7	1.0	52.9
	Pb ²⁺ 鉛イオン										
	陰イオン	Fe ²⁺ 第一鉄イオン	3.5	3.5	3.1	9.5	8.0	7.4	9.5	3.1	5.8
Fe ³⁺ 第二鉄イオン											
Cu ²⁺ 銅イオン											
Zn ²⁺ 亜鉛イオン											
Cd ²⁺ カドミウムイオン											
計		9449	9733	9455	9460	12504	12629	12629	9449	10538	14.9
陰イオン		F ⁻ フッ素イオン					0.5	0.5			
	Cl ⁻ 塩素イオン	14630	14650	14810	14930	19082	19238	19238	14630	16223	14.0
	Br ⁻ 臭素イオン	47.0	45.7	55.5	55.6	69.3	65.0	69.3	45.7	56.4	16.7
	I ⁻ ヨウ素イオン										
	OH ⁻ 水酸イオン										
	HS ⁻ 硫化水素イオン										
	S ²⁻ 硫化物イオン										
	S ₂ O ₃ ²⁻ チオ硫酸イオン	0.1		0.1							
	NO ₂ ⁻ 亜硝酸イオン										
	NO ₃ ⁻ 硝酸イオン										
	HSO ₄ ⁻ 硫酸水素イオン										
	SO ₄ ²⁻ 硫酸イオン	1776	1795	1830	1846	2463	2464	2464	1776	2029	16.6
	H ₂ PO ₃ ⁻ ジヒドロリン酸イオン										
	HPO ₄ ²⁻ ヒドロリン酸イオン										
	PO ₄ ³⁻ リン酸イオン										
	AsO ₂ ⁻ メタ亜ヒ酸イオン										
	HCO ₃ ⁻ 炭酸水素イオン	340.8	323.3	339.8	334.2	316.4	320.3	341	316	329	3.2
	CO ₃ ²⁻ 炭酸イオン					0.7	0.8				
	H ₂ SiO ₄ ⁻ ヒドロケイ酸イオン										
	SiO ₃ ²⁻ ケイ酸イオン										
BO ₂ ⁻ メタホウ酸イオン											
計	16790	16810	17040	17170	21930	22090	22090	16790	18638	14.0	
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)											
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)	224.8	225.7	223.5	224.0	32.7	32.4	225.7	32.4	160.5	61.8	
メタホウ酸 (HBO ₂)	13.3	12.5	11.6	15.6	18.5	18.7	18.7	11.6	15.0	20.4	
硫酸 (H ₂ SO ₄)											
りん酸 (H ₃ PO ₄)											
ガス成分を除く溶存物質総量	26480	26790	26730	26870	34490	34770	34770	26480	29355	13.9	
遊離二酸化炭素 (CO ₂)	446.2	423.2	222.8	437.4	16.4	14.8	446.2	14.8	260.1	79.5	
遊離硫化水素 (H ₂ S)											
成分 総計	26930	27210	26950	27300	34500	34780	34780	26930	29612	13.2	
その他の微量成分											
総水銀	μg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
銅	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
鉛	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
総ヒ素	mg/kg	0.043	0.042	0.040	0.040	< 0.005	< 0.005	0.043	< 0.005		
その他項目											
密度		1.0186	1.0182	1.0185	1.0185	1.0242	1.0233	1.0242	1.0182	1.0202	0.3
蒸発残留物	g/kg	27.98	28.12	29.42	27.22	37.81	35.82	37.81	27.22	31.06	14.7
pH		6.1	6.1	6.4	6.1	7.5	7.6	7.6	6.1	6.6	10.9
泉温	℃	54.6	54.2	55.4	55.4	20.6	20.1	55.4	20.1	43.4	41.1

表5 温泉調査結果(温泉4)

温泉4		mg/kg									
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	最大	最小	平均	変動係数
陽イオン	H ⁺ 水素イオン					0.1	0.1				
	Li ⁺ リチウムイオン										
	Na ⁺ ナトリウムイオン	166.7	173.1	166.9	166.9	179.8	169.7	179.8	166.7	170.5	3.0
	K ⁺ カリウムイオン	2.2	2.2	2.5	2.4	2.4	1.9	2.5	1.9	2.3	9.5
	NH ₄ ⁺ アンモニウムイオン	0.3	0.6	0.2	0.2	0.5	0.4	0.6	0.2	0.4	44.5
	Mg ²⁺ マグネシウムイオン	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	23.9
	Ca ²⁺ カルシウムイオン	2.9	3.0	2.7	3.3	3.2	3.2	3.3	2.7	3.1	7.4
	Sr ²⁺ ストロンチウムイオン										
	Ba ²⁺ バリウムイオン	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0
	Al ³⁺ アルミニウムイオン										
	Cr ⁶⁺ クロムイオン										
	Mn ²⁺ マンガンイオン										
	Pb ²⁺ 鉛イオン										
	Fe ²⁺ 第一鉄イオン					0.1					
	Fe ³⁺ 第二鉄イオン										
Cu ²⁺ 銅イオン											
Zn ²⁺ 亜鉛イオン											
Cd ²⁺ カドミウムイオン											
計		172.6	179.4	172.8	173.3	186.8	175.9	186.8	172.6	176.8	3.1
陰イオン	F ⁻ フッ素イオン	3.4	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	1.5
	Cl ⁻ 塩素イオン	12.4	12.5	14.7	13.3	12.2	12.3	14.7	12.2	12.9	7.5
	Br ⁻ 臭素イオン										
	I ⁻ ヨウ素イオン										
	OH ⁻ 水酸イオン										
	HS ⁻ 硫化水素イオン										
	S ²⁻ 硫化物イオン										
	S ₂ O ₃ ²⁻ チオ硫酸イオン	0.7		0.7							
	NO ₂ ⁻ 亜硝酸イオン										
	NO ₃ ⁻ 硝酸イオン										
	HSO ₄ ⁻ 硫酸水素イオン										
	SO ₄ ²⁻ 硫酸イオン			0.7	0.8	0.3	0.6	0.8	0.3	0.6	36.0
	H ₂ PO ₄ ⁻ ジヒドロリン酸イオン										
	HPO ₄ ²⁻ ヒドロリン酸イオン										
	P ₄ O ₇ ³⁻ リン酸イオン										
AsO ₄ ³⁻ メタ亜ヒ酸イオン											
HCO ₃ ⁻ 炭酸水素イオン	393.2	375.1	389.9	394.4	390.7	393.7	394.4	375.1	389.5	1.9	
CO ₃ ²⁻ 炭酸イオン	17.7	17.7	15.8	14.0	15.1	15.1	17.7	14.0	15.9	9.5	
HSiO ₃ ⁻ ヒドロケイ酸イオン											
SiO ₃ ²⁻ ケイ酸イオン											
BO ₃ ⁻ メタホウ酸イオン											
計		427.4	408.6	425.1	425.8	421.7	425.0	427.4	408.6	422.3	1.6
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)											
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)		51.0	50.2	51.0	51.5	53.2	52.0	53.2	50.2	51.5	2.0
メタホウ酸 (HBO ₂)		2.4	2.4	2.4	2.8	2.6	2.4	2.8	2.4	2.5	6.7
硫酸 (H ₂ SO ₄)											
りん酸 (H ₃ P ₃ O ₇)											
ガス成分を除く溶存物質総量		653.4	641.2	651.3	653.4	664.3	655.3	664.3	641.2	653.2	1.1
遊離二酸化炭素 (CO ₂)		1.6	1.2	2.6	2.0	1.6	1.2	2.6	1.2	1.7	31.3
遊離硫化水素 (H ₂ S)											
成分総計		655.0	642.4	653.9	655.4	665.9	656.5	665.9	642.4	654.9	1.1
その他の微量成分											
総水銀	μg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
銅	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
鉛	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
総ヒ素	mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005				
その他項目											
密度		0.9987	0.9987	0.9986	0.9987	0.9985	0.9971	0.9987	0.9971	0.9984	0.1
蒸発残留物	g/kg	0.4540	0.4666	0.4540	0.4530	0.4492	0.4498	0.467	0.449	0.454	1.4
pH		8.6	8.7	8.4	8.5	8.6	8.7	8.7	8.4	8.6	1.4
泉温	℃	56.9	56.5	56.9	56.4	57.4	56.2	57.4	56.2	56.7	0.8

表6 温泉調査結果(温泉5)

温泉 5		mg/kg						最大	最小	平均	変動係数
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回				
陽イオン	H ⁺ 水素イオン										
	Li ⁺ リチウムイオン										
	Na ⁺ ナトリウムイオン	168.0	174.8	176.0	174.6	177.8	178.0	178.0	168.0	174.9	2.1
	K ⁺ カリウムイオン	3.0	3.0	3.3	3.2	3.4	2.5	3.4	2.5	3.1	10.4
	NH ₄ ⁺ アンモニウムイオン	0.3	0.7	0.3	0.3	0.5	0.0	0.7	0.0	0.4	67.0
	Mg ²⁺ マグネシウムイオン		0.1		0.1	0.2	0.2				
	Ca ²⁺ カルシウムイオン	10.0	10.2	9.0	11.8	11.2	11.1	11.8	9.0	10.6	9.6
	Sr ²⁺ ストロンチウムイオン	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
	Ba ²⁺ バリウムイオン										
	Al ³⁺ アルミニウムイオン										
	Cr ⁶⁺ クロムイオン										
	Mn ²⁺ マンガンイオン										
	Pb ²⁺ 鉛イオン										
	Fe ²⁺ 第一鉄イオン										
Fe ³⁺ 第二鉄イオン											
Cu ²⁺ 銅イオン											
Zn ²⁺ 亜鉛イオン											
Cd ²⁺ カドミウムイオン											
計		181.4	188.9	188.7	190.1	193.2	191.9	193.2	181.4	189.0	2.2
陰イオン	F ⁻ フッ素イオン	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	6.4
	Cl ⁻ 塩素イオン	277.1	275.5	277.8	281.3	278.5	276.1	281.3	275.5	277.7	0.7
	Br ⁻ 臭素イオン	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	6.6
	I ⁻ ヨウ素イオン										
	OH ⁻ 水酸イオン	0.1	0.1		0.2	0.1	0.1				
	HS ⁻ 硫化水素イオン	0.4		0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	12.4
	S ²⁻ 硫化物イオン										
	S ₂ O ₃ ²⁻ チオ硫酸イオン										
	NO ₂ ⁻ 亜硝酸イオン										
	NO ₃ ⁻ 硝酸イオン					0.1					
	HSO ₃ ⁻ 硫酸水素イオン										
	SO ₄ ²⁻ 硫酸イオン	1.0	1.1	0.9	1.5	0.5	0.6	1.5	0.5	0.9	38.7
	H ₂ PO ₄ ⁻ ジヒドロリン酸イオン										
	HPO ₄ ²⁻ ヒドロリン酸イオン										
PO ₄ ³⁻ リン酸イオン											
AsO ₂ ⁻ メタ亜ヒ酸イオン											
HCO ₃ ⁻ 炭酸水素イオン	25.7	26.3	22.6	20.8	28.2	28.2	28.2	20.8	25.3	11.9	
CO ₃ ²⁻ 炭酸イオン	9.8	9.3	12.2	12.5	8.4	9.0	12.5	8.4	10.2	16.9	
HSiO ₃ ⁻ ヒドロケイ酸イオン											
SiO ₃ ²⁻ ケイ酸イオン											
BO ₂ ⁻ メタホウ酸イオン											
計		315.6	313.7	315.4	318.1	317.9	315.9	318.1	313.7	316.1	0.5
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)											
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)		31.8	31.5	32.4	32.6	32.8	32.4	32.8	31.5	32.3	1.5
メタホウ酸 (HBO ₂)		2.9	2.8	2.8	3.2	3.0	2.8	3.2	2.8	2.9	5.5
硫酸 (H ₂ SO ₄)											
りん酸 (H ₃ PO ₄)											
ガス成分を除く溶存物質総量		531.7	536.9	539.3	544.0	546.9	543.0	546.9	531.7	540.3	1.0
遊離二酸化炭素 (CO ₂)											
遊離硫化水素 (H ₂ S)											
成分 総計		531.7	536.9	539.3	544.0	546.9	543.0	546.9	531.7	540.3	1.0
その他の微量成分											
総水銀	μg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05				
銅	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
鉛	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01				
総ヒ素	mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005				
その他項目											
密度		0.9988	0.9985	0.9987	0.9985	0.9985	0.9985	0.9988	0.9985	0.9986	0.0
蒸発残留物	g/kg	0.5200	0.5188	0.5180	0.5150	0.5073	0.5128	0.520	0.507	0.515	0.9
pH		8.9	8.9	8.7	9.1	8.9	8.9	9.1	8.7	8.9	1.4
泉温	℃	41.3	41.7	41.5	41.6	41.8	41.7	41.8	41.3	41.6	0.4

表7 温泉調査結果(温泉6)

温 泉 6		mg/kg																			
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	最 大	最 小	平 均	変動係数										
陽 イ オ ン	H ⁺	水素イオン																			
	Li ⁺	リチウムイオン	3.4	3.5	3.0	3.2	2.8	2.7	3.5	2.7	3.1	10.4									
	Na ⁺	ナトリウムイオン	3874.0	4148.0	3782.0	3848.0	4139.0	4035.0	4148.0	3782.0	3971.0	4.0									
	K ⁺	カリウムイオン	247.4	247.4	243.8	258.0	263.7	203.0	263.7	203.0	243.9	8.8									
	NH ₄ ⁺	アンモニウムイオン	1.3	1.0	0.7	0.7	2.2	1.7	2.2	0.7	1.3	47.0									
	Mg ²⁺	マグネシウムイオン	144.7	173.3	145.7	180.3	181.2	170.1	181.2	144.7	165.9	10.0									
	Ca ²⁺	カルシウムイオン	643.3	624.4	481.1	650.1	620.5	582.3	650.1	481.1	600.3	10.5									
	Sr ²⁺	ストロンチウムイオン	4.2	4.0	3.3	4.0	4.2	3.6	4.2	3.3	3.9	9.3									
	Ba ²⁺	バリウムイオン	0.1		0.1	0.2	0.2														
	Al ³⁺	アルミニウムイオン						1.1													
	Cr ⁶⁺	クロムイオン																			
	Mn ²⁺	マンガンイオン	0.8	0.8	0.7	1.3	1.4	1.5	1.5	0.7	1.1	32.7									
	Pb ²⁺	鉛イオン																			
	Fe ²⁺	第一鉄イオン					1.0	7.4													
Fe ³⁺	第二鉄イオン																				
Cu ²⁺	銅イオン																				
Zn ²⁺	亜鉛イオン						0.4														
Cd ²⁺	カドミウムイオン																				
計		4919.0	5202.0	4660.0	4946.0	5216.0	5008.0	5216.0	4660.0	4991.8	4.1										
陰 イ オ ン	F ⁻	フッ素イオン	0.8	0.7			0.6	0.6	0.8												
	Cl ⁻	塩素イオン	8090.0	8250.0	7393.0	7629.0	7600.0	7529.0	8250.0	7393.0	7748.5	4.4									
	Br ⁻	臭素イオン	26.7	27.0	24.2	28.0	29.5	27.4	29.5	24.2	27.1	6.4									
	I ⁻	ヨウ素イオン																			
	OH ⁻	水酸イオン																			
	HS ⁻	硫化水素イオン																			
	S ²⁻	硫化物イオン																			
	S ₂ O ₃ ²⁻	チオ硫酸イオン		0.2					0.1												
	NO ₂ ⁻	亜硝酸イオン																			
	NO ₃ ⁻	硝酸イオン					0.9	3.3													
	HSO ₄ ⁻	硫酸水素イオン																			
	SO ₄ ²⁻	硫酸イオン	562.1	574.3	507.0	533.2	421.1	509.1	574.3	421.1	517.8	10.6									
	H ₂ PO ₄ ²⁻	ジヒドロリン酸イオン																			
	HPO ₄ ²⁻	ヒドロリン酸イオン																			
PO ₄ ³⁻	リン酸イオン																				
AsO ₂ ⁻	メタ亜ヒ酸イオン																				
HCO ₃ ⁻	炭酸水素イオン	108.4	109.0	111.2	107.5	104.3	106.3	111.2	104.3	107.8	2.2										
CO ₃ ²⁻	炭酸イオン																				
HSiO ₃ ⁻	ヒドロケイ酸イオン																				
SiO ₃ ²⁻	ケイ酸イオン																				
BO ₃ ⁻	メタホウ酸イオン																				
計		8788.0	8961.0	8035.0	8298.0	8156.0	8176.0	8961.0	8035.0	8402.3	4.5										
メタ亜ヒ酸 (HAsO ₂)		0.1				0.1	0.1														
メタケイ酸 (H ₂ SiO ₃)		226.9	220.0	216.8	223.6	216.3	225.1	226.9	216.3	221.5	2.0										
メタホウ酸 (HBO ₂)		26.9	25.6	22.8	28.6	27.7	28.1	28.6	22.8	26.6	8.1										
硫酸 (H ₂ SO ₄)																					
りん酸 (H ₃ PO ₄)																					
ガス成分を除く溶存物質総量		13960	14410	12940	13500	13620	13440	14410	12940	13645	3.7										
遊離二酸化炭素 (CO ₂)		18.1	72.3	58.4	44.9	13.8	15.4	72.3	13.8	37.2	67.3										
遊離硫化水素 (H ₂ S)																					
成 分 総 計		13980	14480	12990	13540	13630	13450	14480	12990	13678	3.7										
その他の微量成分																					
総水銀 μg/kg		< 0.05	< 0.05	0.10	0.10	0.34	0.97	0.97	0.05	0.27	134.3										
銅 mg/kg		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01											
鉛 mg/kg		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01											
総ヒ素 mg/kg		0.088	0.044	0.069	0.064	0.051	0.082	0.088	0.044	0.066	25.8										
その他項目																					
密度		1.0089	1.0089	1.0078	1.0082	1.0079	1.0067	1.0089	1.0067	1.0081	0.1										
蒸発残留物 g/kg		14.56	14.97	14.01	13.50	13.58	13.44	14.97	13.44	14.01	4.5										
pH		7.0	6.4	6.5	6.6	7.1	7.1	7.1	6.4	6.8	4.7										
泉温 °C		82.7	83.6	82.0	82.5	82.9	83.2	83.6	82.0	82.8	0.7										

表8 農薬測定結果

区分	化合物名	基準値 又は 指針値 (mg/観)	検出下限 (mg/観)	測定結果					
				温泉1	温泉2	温泉3	温泉4	温泉5	温泉6
基準項目	シマジン (CAT)	0.003	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	チウラム	0.006	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	チオベンカルブ	0.02	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
監視項目	イソキサチオン*	0.008	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ダイアジノン*	0.005	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	フェニトロチオン (MEP) *	0.003	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	イソプロチオラン	0.04	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	クロロタニール (TPN)	0.04	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	プロザミド	0.008	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	シクロホス (DDVP)	0.01	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	フェノフカルブ (BPMC)	0.02	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	クロルニトロフェン (CPN)	0.005	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	イプロホス (IBP)	0.008	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	EPN*	0.006	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND

※ *印の農薬はオキソソ体を含む。

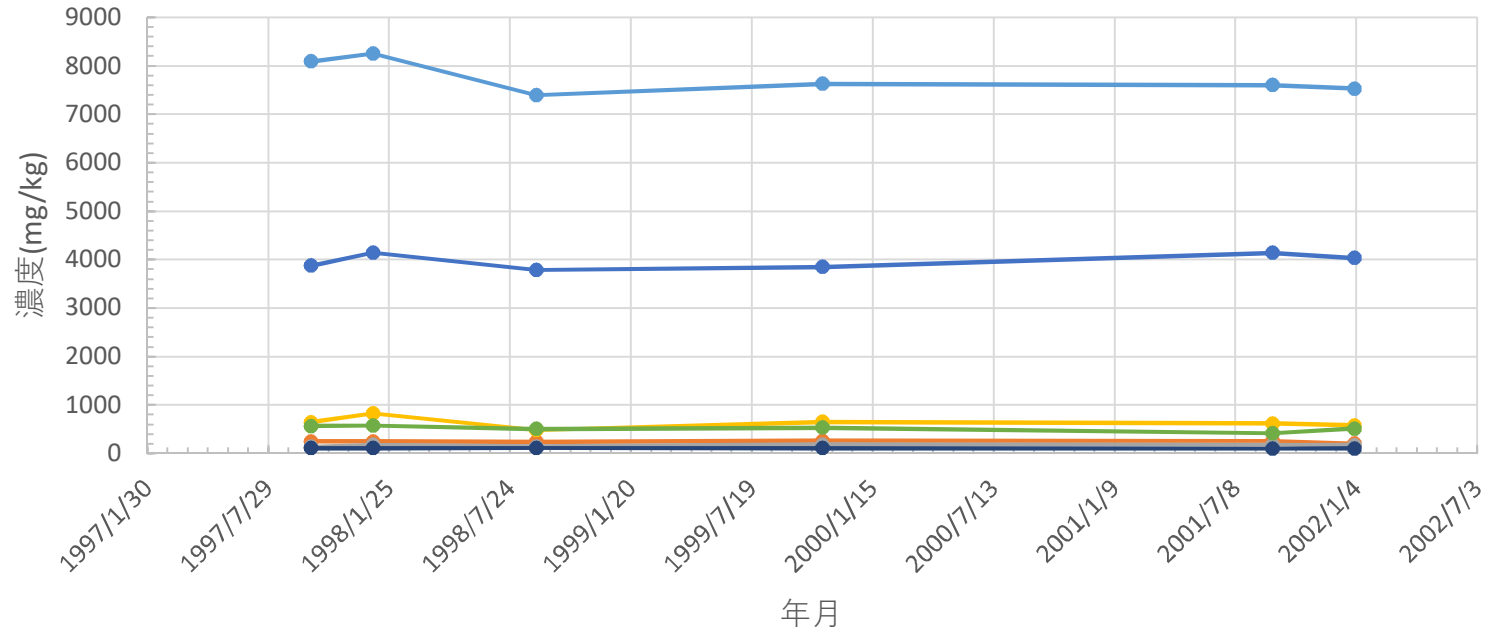
表9 低沸点有機化合物の測定結果

区分	化合物名	基準値 又は 指針値 (mg/観)	検出下限 (mg/観)	測定結果					
				温泉1	温泉2	温泉3	温泉4	温泉5	温泉6
基準項目	四塩化炭素	0.002	0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2-ジクロロエタン	0.004	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,1-ジクロロエチレン	0.02	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ジクロロメタン	0.02	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	テトラクロロエチレン	0.01	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	トリクロロエチレン	0.03	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ベンゼン	0.01	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	クロロホルム	0.06	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ジブロモクロロメタン	0.1	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	プロモジクロロメタン	0.03	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	プロモホルム	0.09	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,3-ジクロロプロペン	0.002	0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	シス-1,3-ジクロロプロペン		0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	トランス-1,3-ジクロロプロペン		0.0002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,1,1-トリクロロエタン	0.3	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
監視項目	トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	トルエン	0.6	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	キシレン	0.4	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	(m, p-キシレン)		0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	(o-キシレン)		0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	p-ジクロロベンゼン	0.3	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2-ジクロロプロパン	0.06	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND

※ 括弧内は位置異性体別の測定値。

指宿市湯の浜

● Na ● K ● Mg ● Ca ● Cl ● SO4 ● HCO3



● 泉温 ● pH

