

県内温泉の経年変化調査

－湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺温泉の経年変化－

山東史典*¹

Studies on Time Course of Hot Springs in Wakayama Prefecture

－Secular Change in Hot Springs of the Yunomine, Kawayu and its Neighboring Hot Springs－

Fuminori Sando*¹

キーワード：湯の峯温泉, 川湯温泉, 渡瀬温泉, 温泉水, 経年変化

Key Words : Yunomine spa, Kawayu spa, Watarase spa, thermal water, secular change

はじめに

和歌山県は、温泉資源保護対策の一環として、1975年に湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺地域の温泉学術調査を行い、「温泉保護対策実施要綱」¹⁾をまとめ、1979年5月1日から施行している。

以降、当センターでは、1979年度から4年間隔で湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺温泉の経年変化調査を実施してきた^{2,3,4,5,6)}。湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺温泉については1979年度から5源泉について調査してきたが、2019年度の調査から4源泉について調査を行っている。

湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺地域は、田辺市本宮町にあり、熊野川の支流である大塔川と四村川に沿った熊野の山間部にある。和歌山県内でもこれらの地域は泉温が高く、自然湧出泉が多い豊かな温泉地域であり、国民保養温泉地に指定されている。泉質は全ての調査源泉がナトリウム－炭酸水素塩・塩化物温泉であり、ナトリウムイオン、炭酸水素イオンおよび塩化物イオンを主成分として硫黄を含む源泉が多い。

今回、湯の峯温泉2源泉、川湯温泉1源泉およびその周辺温泉1源泉について調査を行うとともに、保護前の調査等および当センターが実施している経年変化調査と併せて、その結果を比較検討したので報告する。

調査方法

1. 対象源泉

調査を行った源泉地を図1に示した。川湯温泉1源泉(No. 1)、湯の峯温泉2源泉(No. 2, No. 3)、その周辺地域の温泉1源泉(No. 4)の4源泉について調査を行った。

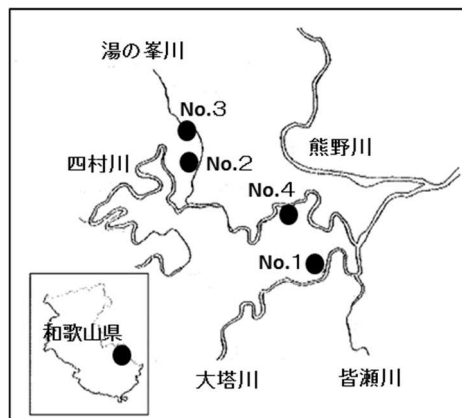


図1. 調査源泉の所在

なお、No. 1, No. 4の源泉は動力揚湯, No. 2, No. 3の源泉は自然湧出であった。

HCO_3^- , CO_3^{2-} , CO_2 : 塩酸消費による滴定法
 HSiO_3^- , H_2SiO_3 : モリブデン酸塩による比色法
 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$: メチレンブルーによる比色法
 HS^- , H_2S : 酢酸カドミウム法による滴定法

2. 調査時期

調査対象の源泉については、1954年度から1976年度までの保護前の調査、1975年度の学術調査および1979年度から今回の2023年度までの12回の経年変化調査が実施されている^{2,3,4,5,6)}。

2023年度は2024年1月に調査を実施した。

3. 分析方法

分析方法は鉱泉分析法指針⁷⁾に準じ、以下の方法で実施した。

pH: ガラス電極法

蒸発残留物: 重量法

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} : ICP/MSによる一斉分析法および原子吸光法

F^- , Cl^- , SO_4^{2-} : イオンクロマトグラフ法

結果と考察

湯の峯温泉2源泉, 川湯温泉1源泉およびその周辺温泉1源泉の調査結果を表1に示した。

今回の調査では、泉温については全ての調査源泉が高温泉(42°C以上)であった。

液性は、全ての調査源泉が中性(pH6以上7.5未満)であった。浸透圧の分類については、全ての調査源泉が低張性(溶存物質8g/kg未満)であった。

以下に泉温、湧出量、蒸発残留物、主要成分比(陽イオン、陰イオン)について過去のデータと比較した。

表1. 湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺温泉の調査分析結果

源泉番号	調査年度	泉温(C)	湧出量(L/min)	蒸発残留物(g/kg)	pH	Na ⁺ (mg/kg)	K ⁺ (mg/kg)	Ca ²⁺ (mg/kg)	Mg ²⁺ (mg/kg)	Fe ²⁺ (mg/kg)	Mn ²⁺ (mg/kg)	F ⁻ (mg/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	HCO ₃ ⁻ (mg/kg)	CO ₂ (mg/kg)	HSiO ₃ ⁻ (mg/kg)	H ₂ SiO ₃ (mg/kg)	S ₂ O ₃ ²⁻ (mg/kg)	HS ⁻ (mg/kg)	H ₂ S(mg/kg)	総硫黄(mg/kg)	
No.1	1954	53.0	100	0.872	7.3	174.6	12.1	50.2	2.9				149.5	8.2	382.1								
	1975	61.5	120	0.830		349.4	10.0	32.5	3.2				152.6	4.1	808.1								
	1979	61.0	測定不能	0.996	7.6	330.8	22.5	30.7	3.7			7.5	200.2	8.4	733.1	0.4	0.1	36.4					2.4
	1983	56.0	240	0.954	7.5	287.7	14.2	33.6	3.1			6.0	164.1	0.8	778.0	1.7	0.0	110.8					1.2
	1987	62.7	179	1.033	6.6	330.7	15.0	38.7	2.2			7.2	189.9	0.0	693.2	0.2	0.2	126.1					1.0
	1991	61.5	測定不能	1.074	6.9	335.6	14.0	22.9	2.1	0.1	0.1	7.9	188.7	1.5	731.2	0.4	0.3	109.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
	1995	65.5	331	1.094	7.1	351.7	13.8	26.8	2.0	0.0	0.1	7.8	188.5	1.7	781.2	1.9	0.4	97.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
	1999	67.0	316	1.140	7.5	348.7	16.1	37.2	2.5	0.0	0.1	7.6	226.0	1.7	781.1	1.8	1.1	119.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2003	66.3	375	1.138	7.0	316.8	15.3	49.5	4.3	0.3	0.1	8.0	181.3	4.3	749.0	0.6	0.4	125.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
	2007	63.0	400	1.065	6.7	319.2	15.0	32.7	1.1	0.0	0.0	9.1	171.6	3.0	709.1	0.2	0.0	113.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
	2011	55.0	320	0.953	6.7	312.4	15.8	31.9	1.9	0.0	0.2	7.0	170.2	3.3	622.4	0.0	0.0	113.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
	2015	63.0	測定不能	1.110	7.1	375.2	17.1	34.3	2.4	0.0	0.2	7.5	195.2	2.1	742.9	0.7	0.0	124.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.5
2019	65.0	330	1.106	7.4	441.0	18.8	35.9	2.3	0.0	0.1	9.2	236.8	0.5	855.8	1.6	0.0	128.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	
2023	65.3	285	1.286	7.2	412.0	17.1	38.3	2.3	0.0	0.2	9.0	231.2	1.9	832.9	1.0	0.0	138.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	
No.2	1961	93.0	70	1.312	7.6	425.8	41.5	10.1	1.9				108.4	10.5	983.6	21.3	0.5	155.3					8.3
	1975	91.5	101	1.172		399.2	20.5	18.8	3.0				167.0	5.5	938.4			140.4					8.1
	1979	92.0	測定不能	1.314	8.5	415.4	35.2	16.6	3.3			9.0	227.2	39.7	880.4	5.2	3.2	163.8					2.6
	1983	89.0	109	1.260	7.5	394.5	24.2	25.5	3.2			8.1	200.9	1.2	893.9	2.1	0.0	170.8					4.8
	1987	92.5	75	1.152	7.3	390.2	24.0	18.3	1.2			8.9	203.4	1.9	760.0	4.2	1.0	175.4					5.3
	1991	87.0	115	1.255	7.3	387.6	22.4	12.0	1.2	0.1	0.2	9.9	193.2	6.5	832.9	1.3	0.8	129.8	2.8	0.4	0.2	0.4	3.4
	1995	91.5	60	1.288	7.7	417.7	20.7	18.8	1.3	0.2	0.0	9.3	207.1	9.3	835.9	0.9	1.8	126.1	1.1	1.1	0.5	2.7	2.7
	1999	91.7	46	1.272	6.9	407.9	22.6	26.5	1.7	0.0	0.1	8.6	237.0	12.6	857.9	0.5	0.4	156.0	2.5	0.7	1.0	4.2	4.0
	2003	86.3	測定不能	1.307	8.4	431.8	23.6	8.9	2.6	0.0	0.1	6.7	211.1	20.3	832.0	16.2	12.4	158.1	4.1	0.0	0.0	0.0	4.1
	2007	90.4	測定不能	1.275	7.1	398.2	24.2	18.7	0.2	0.0	0.0	11.4	213.5	11.5	818.9	0.8	0.0	150.9	2.4	1.3	1.2	3.8	3.8
	2011	91.0	測定不能	1.249	7.1	442.6	23.1	14.8	1.5	0.0	0.2	8.8	214.6	5.4	823.8	0.0	0.0	168.1	3.5	0.8	1.5	4.1	4.1
	2015	84.3	測定不能	1.151	7.1	391.8	22.6	18.5	2.0	0.0	0.2	8.0	191.5	12.9	761.8	0.7	0.0	168.4	4.1	0.9	0.8	4.0	4.0
2019	85.9	測定不能	1.152	7.1	422.5	21.2	18.5	1.7	0.0	0.1	9.4	211.3	13.3	819.2	0.8	0.0	165.3	1.3	1.1	0.9	2.7	2.7	
2023	78.5	測定不能	1.321	7.0	408.4	22.0	25.0	1.7	0.2	0.2	8.6	202.8	47.1	778.0	0.6	0.0	162.9	3.5	1.9	2.0	5.7	5.7	
No.3	1975	89.0	33	1.187	7.8	389.4	20.6	18.8	2.6				158.9	14.0	943.8			118.3					6.5
	1979	87.0	測定不能	1.637	7.8	407.6	34.6	18.4	3.0			9.6	232.2	31.5	856.0	0.5	0.2	124.8					5.4
	1983	86.0	46	1.274	7.5	398.6	24.7	23.3	2.8			8.1	205.1	0.1	845.1	2.0	0.0	166.0					4.7
	1987	85.5	60	1.202	7.1	400.0	25.4	19.1	1.2			9.0	224.0	1.6	824.4	0.9	0.8	186.4					5.5
	1991	86.0	46	1.258	7.1	397.4	22.4	12.0	1.2	0.0	0.2	9.0	209.2	5.0	844.4	0.8	0.5	125.2	2.1	0.7	0.6	3.4	3.4
	1995	86.5	52	1.308	7.5	401.3	21.6	20.7	1.3	0.0	0.1	9.4	212.7	4.6	835.7	3.2	1.1	125.7	2.2	0.5	0.1	2.8	2.8
	1999	85.7	47	1.272	6.8	407.9	28.0	20.8	1.8	0.0	0.1	8.5	232.0	7.1	850.6	0.4	0.3	157.6	2.1	0.6	1.0	3.7	3.7
	2003	86.4	測定不能	1.284	7.6	387.1	23.1	29.4	2.9	0.0	0.2	6.5	209.3	9.1	831.4	2.3	1.8	164.6	2.2	0.0	0.0	0.0	2.2
	2007	84.5	47	1.282	7.1	394.4	23.8	20.0	0.2	0.0	0.0	11.5	214.0	11.1	809.1	0.8	0.0	156.3	1.2	1.8	1.6	3.9	3.9
	2011	85.0	54	1.253	7.0	436.2	22.9	15.6	1.6	0.0	0.2	9.0	215.8	9.9	799.4	0.0	0.0	167.1	0.5	1.0	2.1	3.2	3.2
	2015	84.3	測定不能	1.278	7.2	428.9	25.7	20.0	1.7	0.0	0.2	8.9	213.5	5.7	850.0	1.0	0.0	168.7	1.2	2.0	1.4	3.9	3.9
	2019	85.0	測定不能	1.221	7.3	531.0	28.1	19.3	1.7	0.0	0.1	9.6	217.8	10.1	834.4	1.3	0.0	169.1	0.9	1.8	1.0	3.2	3.2
2023	84.6	測定不能	1.353	7.1	428.6	23.2	21.0	1.7	0.0	0.2	10.3	223.3	8.4	851.2	0.9	0.0	175.2	0.6	3.3	2.7	6.1	6.1	
No.4	1976	72.0	400	1.422	7.6	304.0	15.0	20.1	6.8				134.6	14.2	700.9	4.1	2.5	130.0					1.8
	1979	75.0	400	1.610	8.0	334.6	21.5	28.2	2.9			9.2	175.7	2.9	794.8	4.7	1.2	59.8					2.7
	1983	74.5	480	1.041	7.5	328.8	15.8	34.3	3.0			7.3	165.4	1.3	796.3	1.9	0.0	136.9					1.7
	1987	74.0	600	1.006	6.9	331.7	15.4	34.8	1.8			8.7	177.9	0.0	716.7	0.4	0.3	145.2					1.5
	1991	74.7	410	1.041	6.9	341.8	14.5	20.1	1.7	0.0	0.2	9.3	168.8	2.9	735.0	0.8	0.5	113.6	0.5	0.2	0.1	0.8	0.8
	1995	73.5	335	1.045	7.3	331.9	12.4	28.9	1.6	0.1	0.1	8.2	166.6	2.0	726.1	0.7	0.6	92.6	0.4	0.2	0.0	0.6	0.6
	1999	68.8	278	1.045	7.1	333.5	14.8	31.5	2.1	0.0	0.1	8.1	191.0	2.2	728.6	0.0	0.5	125.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3
	2003	74.0	546	1.032	7.7	339.1	14.1	10.2	3.7	0.0	0.1	6.1	164.1	1.8	712.7	2.6	1.9	131.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
	2007	73.5	513	1.106	6.9	336.7	15.6	32.1	0.9	0.0	0.1	10.0	182.9	2.6	713.9	0.5	0.0	124.0	0.0	0.2	0.2	0.4	0.4
	2011	73.0	600	1.030	7.0	347.7	17.2	31.2	1.8	0.0	0.2	8.4	174.8	2.4	695.6	0.0	0.0	132.2	0.0	0.3	0.6	0.8	0.8
	2015	74.0	593	1.099	7.8	375.2	16.9	32.3	1.8	0.0	0.2	8.4	188.3	2.5	761.2	3.6	0.0	133.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.3
	2019	84.5	測定不能	1.093	6.8	388.5	16.4	29.5	1.9	0.0	0.1	9.1	189.9	2.5	747.5	0.4	0.0	132.8	0.0	0.3	0.5	0.8	0.8
2023	74.0	254	1.124	6.9	366.1	14.9	31.0	1.9	0.0	0.2	9.6	194.8	2.7	740.4	0.5	0.0	135.1	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	

1. 泉温

泉温の経年変化を図2に示した。

No. 1, No. 3, No. 4の源泉については概ね横ばい状態であり、安定傾向がみられた。

一方、No. 2の源泉は2011年度の調査までは安定した泉温を維持していたが、近年、下降の傾向がみられた。2023年度は2019年度より7.4℃下降した。

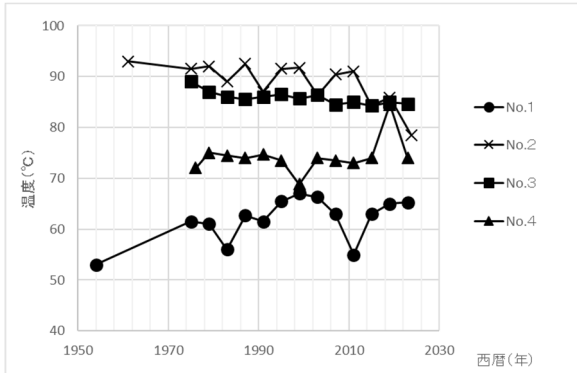


図2. 泉温の経年変化

2. 湧出量

湧出量の経年変化を図3に示した。

No. 1の源泉は1995年度調査以降、比較的安定な傾向がみられた。また、No. 4の源泉は調査年度により大きな変動はあるが、前回測定時の半分以下となった。なお、No. 2, No. 3の源泉は湧出量を測定することが困難であるため、測定していない。

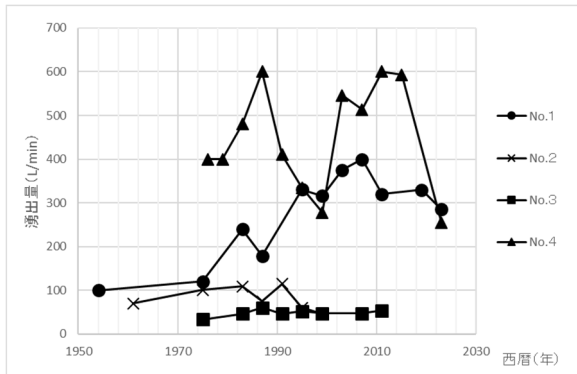


図3. 湧出量の経年変化

3. 蒸発残留物

蒸発残留物の経年変化を図4に示した。

保護時以降、No. 1およびNo. 3の源泉についてはやや高値を示したものの、全体的には大きな変動はなく、安定な傾向がみられた。

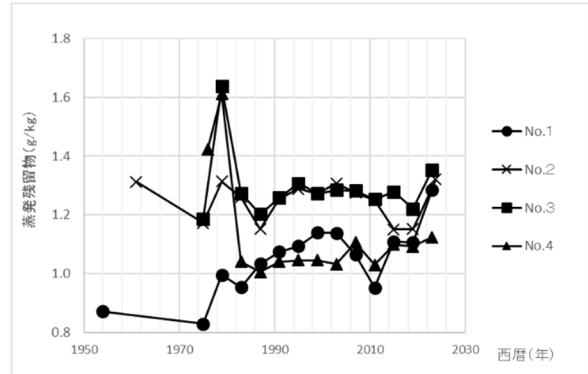


図4. 蒸発残留物の経年変化

4. 主要成分

陽イオンおよび陰イオンの主要成分比の経年変化を図5～図12に示した。

過去調査時と主要な陽イオンおよび陰イオンの成分比を比べて、保護時以降、全ての調査源泉において、陽イオンおよび陰イオンともに成分比の大きな変動はなく、安定な傾向がみられた。

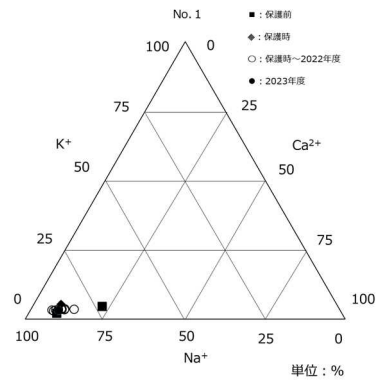


図5. 主要成分比の経年変化

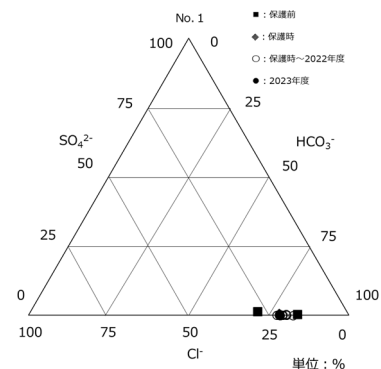


図6. 主要成分比の経年変化

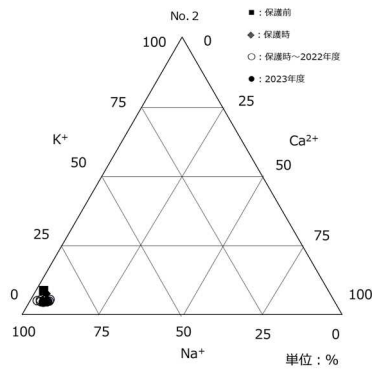


図 7. 主要成分比の経年変化

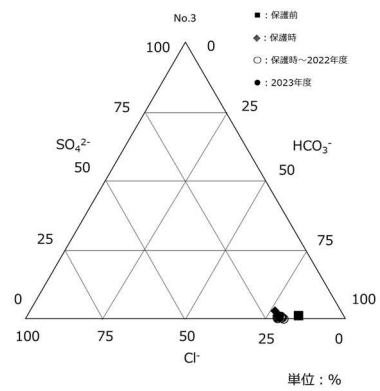


図 10. 主要成分比の経年変化

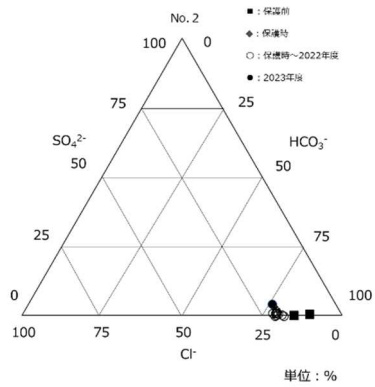


図 8. 主要成分比の経年変化

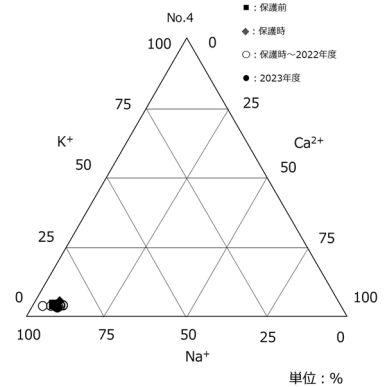


図 11. 主要成分比の経年変化

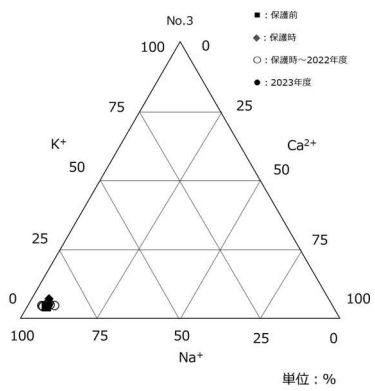


図 9. 主要成分比の経年変化

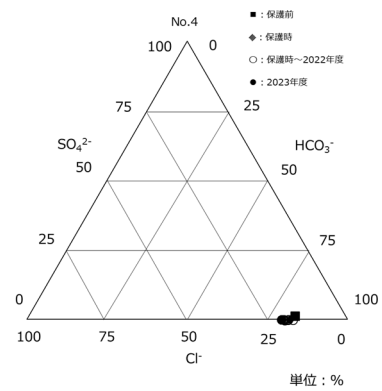


図 12. 主要成分比の経年変化

ま と め

今回、湯の峯温泉・川湯温泉およびその周辺温泉について1979年度から2023年度に実施した経年変化調査12回、温泉学術調査および保護前等に行った調査を合わせて次の結果を得た。

No. 1, No. 3の源泉は、蒸発残留物についてはやや高値を示したものの、泉温、主要成分の成分比の観点から、いずれも安定な傾向がみられ、枯渇の影響の可能性は低いと思われる。

No. 2の源泉は泉温が2011年度以降、泉温は下降傾向がみられたが、蒸発残留物、主要イオン成分の成分比が安定傾向の結果を得ているため、枯渇の影響の可能性は低いと思われる。

No. 4の源泉は湧出量が前回の半分以下となったが、調査年度により大きな変動が認められること、蒸発残留物、主要イオン成分の成分比が安定した傾向であることから、枯渇の影響の可能性は低いと思われる。

文 献

- 1) 和歌山県：湯の峯温泉、川湯温泉およびその周辺地域における温泉保護対策実施要綱、1979
- 2) 蓬臺和紀，他：県内温泉の経年変化（第3報），－川湯，渡，湯の峰温泉の経年変化－和衛公研年報，26，75－78，1980
- 3) 辻澤廣，他：県内温泉の経年変化（第5報），－川湯，渡，湯の峰温泉の経年変化－和衛公研年報，34，56－60，1988
- 4) 辻澤廣，他：県内温泉の経年変化（第9報），－川湯，渡，湯の峰温泉の経年変化－和衛公研年報，38，29－34，1992
- 5) 畠中哲也，他：県内温泉の経年変化（第14報），－湯の峰・湯およびその周辺温泉の経年変化－和衛公研年報，46，35－41，2000
- 6) 大畑木の実，他：県内温泉の経年変化（第20報）和環衛研年報，54，38－41，2008
- 7) 環境自環境局：鉱泉分析法指針（平成26年改訂）