

温泉排水が浄化槽へ与える影響と電気伝導度を用いた解析について

公益財団法人 大分県環境管理協会
河野 利弘、前田 明信、○舌間 丈洋

1.はじめに

九州北東部に位置する大分県の魅力は、愛媛県との間にある豊予海峡で取れる関アジ関サバや、福岡県と隣接する中津市が唐揚げの聖地と呼ばれている等様々あるが、何と云っても一番は温泉である。大分県の温泉は、泉質として確認されている 10 種類のうち 8 種類が存在するという泉質の豊富さに加え、源泉数は 2022 年 3 月末時点で 5,093 カ所（全国の 18.2%）、湧出量は 298,246 L/分（全国の 11.8%）¹⁾ と日本一の規模であり、特に別府温泉や湯布院温泉郷等は観光地としても人気が高い。また、当県の温泉地では公衆浴場が数多く存在し、一般家庭の風呂にも温泉が引かれている等、日常生活の一部として地元の人々にも親しまれている。こうした当県の温泉 PR が県をあげて行われ、平成 25 年度にロゴマークが商標登録されて以降、「おんせん県おおいた」は県内外に広く認知されることとなった。

一方で温泉地に設置される浄化槽は、温泉排水が流入している場合があり、その機能に支障をきたしているものも少なからず存在する。当協会の法定検査は、当然のことながらどの浄化槽においても適切な判定に努めてはいるが、温泉排水流入については設置届や図面等に記載されていない場合が多く、実施時に管理者不在で十分に使用状況のヒアリングができないと流入の判断が困難な場合もある。また当県の各自治体では、流入管きよの接続について、温泉排水に関する取扱いがあいまいとなっていることから、本調査では当県の浄化槽設置に関する対応の見直しを図ることを目的に、温泉排水が浄化槽へ与える影響等について調査した。



写真 1 おんせん県おおいたロゴマーク

2.浄化槽における温泉排水の取扱い

（公財）日本環境整備教育センター発行の浄化槽検査員講習会テキストに、流入させてはならない特殊排水の例として記載²⁾があるように、温泉排水については、浄化槽法施行規則第 1 条（使用に関する準則）に規定される浄化槽の正常な機能を妨げるものに含まれると解されている。また 2015 年版浄化槽の設計・施工上の運用指針にも、水量が大量であり把握することが困難なこと、多数の泉質が存在し水質を特定することが困難であること、そして硫化水素や硫酸イオン

等生物処理の阻害要因を含む場合が多いこと等、起こり得る問題の具体例をあげたうえで、温泉排水を流入させてはならない³⁾と記載されていることから、通常はこれに従い浄化槽が設置されることになる。

しかしながら当県においては、保健所等で温泉排水を浄化槽へ接続しないよう指導しているものの、一部の自治体では生活排水処理の観点より、洗い場（シャワーの排水口）のみ接続し、浴槽は接続しないよう指導している場合もあり、実態として対応があいまいになっていることから、温泉排水に関する取扱いの統一化が課題となっている。

3.調査概要

本調査は2019年8月から2022年3月にかけて、法定検査実施時に温泉成分量のおおまかな推定値となる電気伝導度を測定し、必要に応じて管理者へのヒアリングを行いながら、温泉排水流入有無とその傾向を確認した。当初の調査対象地域は大分県内全域としていたが、温泉の少ない地域もあることから、2020年7月より、主に温泉利用の多い別府市や由布市（湯布院地区）に絞って調査を行った。

4.温泉の定義と電気伝導度

温泉は地下の岩石が高温熱水で溶かされ、その熱水が地表に出ることで温泉となる。温泉法では、地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気、その他ガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く）であって、同法第2条別表における温度又は物質を有するものを温泉として定義している。温度が25℃以上あれば温泉で、25℃未満でも一定成分を含めば温泉となる。含有物質については泉質によるものの、ケイ酸塩（ NaSiO_3 や CaSiO_3 等）や炭酸塩（ CaCO_3 等）があり、これらは配管に付着するスケールの原因となるものである。このように無機物を多く含む温泉水は、電気伝導度が水道水等よりも高くなる。

5.調査結果

（1）温泉排水の流入状況について

今回は3,508基の調査を行い、過年度に渡り同一浄化槽を測定した場合は平均値を代表値とした。温泉排水流入有無の対象数と各水質指標の関係を表1に示す。温泉排水が流入している浄化槽は計190基あり、そのうち25基は洗い場のみ接続（浴槽未接続）であった。温泉排水の流入がない場合と比べ、流入がある場合は処理水の電気伝導度や水温が高くなる傾向であった。洗い場のみ接続した場合でも同様の傾向となり、たとえシャワー等が水道水であっても、浴槽（温泉水）からのオーバーフロー分が洗い場へ流入するためと推測される。

また参考として単独処理浄化槽の電気伝導度の測定を行った結果、通常の合併処理浄化槽と比べてその値が高くなることから、し尿系の流入割合が多いことも電気伝導度に影響する可能性が示唆された。なお、合併処理浄化槽及び単独処理浄化槽の双方において、BOD値と電気伝導度に相関は見られなかった。

表1 温泉排水流入状況ごとの各水質指標について

項目	対象数 (基)	各水質指標 平均値							
		電気伝導度 (μ S/cm)	pH	DO (mg/L)	透視度 (度)	残留塩素 濃度 (mg/L)	BOD (mg/L)	水温 ($^{\circ}$ C)	
合併処理 浄化槽	温泉排水流入無し	2,897	439	7.1	5.1	40	0.5	13	23.1
	温泉排水流入有 (浴槽・洗い場接続)	165	1,002	7.1	3.8	41	0.4	10	26.9
	温泉排水流入有 (洗い場のみ接続)	25	760	7.6	4.9	48	0.5	6	27.2
単独処理浄化槽		421	849	6.8	5.4	28	0.3	35	20.9

(2) 各地域における電気伝導度等の傾向について

温泉は地域によって泉質が異なることから、その差異を確認するため、市町村ごとにおける電気伝導度等の測定平均値を表2に示した。各地域で泉質によるものと思われる差が生じており、特に由布市の電気伝導度は低い傾向にあった。このことから、温泉排水流入の有無の判断に電気伝導度を活用する際には、泉質等各地域における傾向を事前に把握する必要があることが伺えた。

表2 温泉排水流入浄化槽(洗い場と浴槽の両方接続) 各地域の水質指標平均

市町村名	対象基数 (基)	各指標 平均値						
		電気伝導度 (μ S/cm)	pH	DO (mg/L)	透視度 (度)	残留塩素 濃度 (mg/L)	BOD (mg/L)	水温 ($^{\circ}$ C)
玖珠郡九重町	3	1,290	8.3	4.9	38	0.4	2	20.5
玖珠郡玖珠町	1	787	7.6	3.7	50	1.0	3	31.2
大分市	13	1,229	7.3	3.1	33	0.3	12	27.5
竹田市	4	933	8.1	3.2	50	0.3	2	24.2
別府市	91	1,210	6.8	3.4	40	0.3	10	27.0
由布市	53	581	7.5	4.6	42	0.5	10	27.0

(3) 生物処理等への影響について

一般的には温泉排水に含まれる硫化水素等により生物処理が阻害されるとされているが、本調査では写真2及び写真3のように良好な生物膜が多く確認され、温泉排水が流入することで生物処理が阻害されるような例は確認できなかった。参考として温泉排水流入有無によるpH及びBOD分布を図1及び図2に示す。一部の浄化槽では、泉質の影響かどうか

は不明であるが、基準値を外れる pH 値を示す浄化槽も確認された。BOD 値については、基準を超過する浄化槽は少数であった。

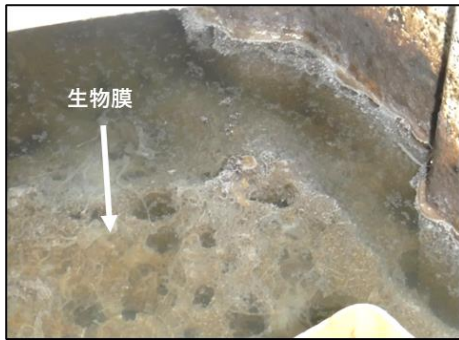


写真2 温泉排水流入浄化槽の嫌気ろ床槽

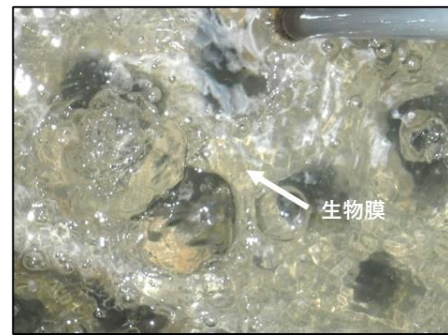


写真3 温泉排水流入浄化槽の接触ろ床槽

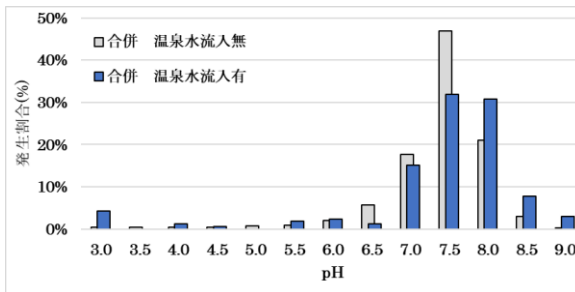


図1 温泉排水流入浄化槽の pH 分布

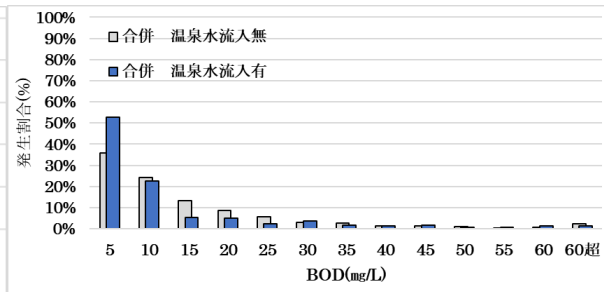


図2 温泉排水流入浄化槽の BOD 分布

また今回の調査時に硫黄泉が流入している浄化槽も2基（同一源泉）確認できたため、過去の法定検査結果をまとめたものを図3及び写真4に示す。2基のみの調査であるため、泉質に関連があるとは断言できないが、pHは低い傾向を示し、BOD値が悪化しているときもあった。また浄化槽の特徴として、チェッカープレートや梁等の金属部分及び側面コンクリートの腐食が見られたことから、温泉排水に起因する硫化水素等の影響で浄化槽が損傷する恐れがあることが示唆された。

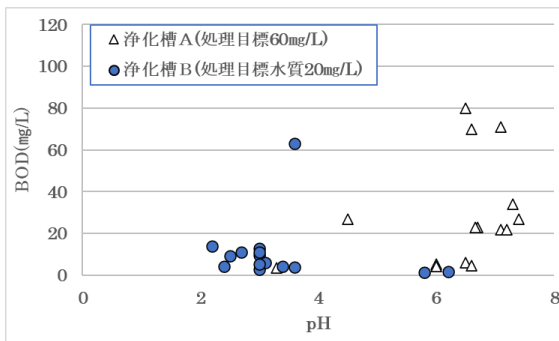


図3 硫黄泉流入浄化槽の pH と BOD 状況



写真4 硫黄泉流入浄化槽の腐食状況

(4) 温泉排水流入浄化槽の外観項目指摘事項について

温泉排水が流入している浄化槽の外観項目指摘事項を整理した結果を表3に示す。温泉排水の流入により攪拌不良や循環装置等、エアリフト関係の単位装置の稼働不良が多くなる傾向にあった。また僅かではあるが、マンホールの蓋の破損・腐食等も認められた。洗い場のみ接続（浴槽未接続）の場合、攪拌不良は確認されなかったものの、25基中1基で汚泥循環装置等の稼働不良が確認された。これについては、同型式の浄化槽では比較的良好に見られる不具合であり、かつ翌年には改善されていたことから、温泉排水とは別の一時的な要因による影響と考えられる。

表3 温泉排水流入有無による攪拌不良等の発生状況

項目	発生割合(%)		
	①温泉排水流入有	②温泉排水流入無	①-② 差
攪拌不良	7.9%	0.7%	7.2%
エアリフト関係単位装置稼働不良	12.7%	1.4%	11.4%
マンホール関係の破損・腐食	4.2%	1.4%	2.9%

(5) 電気伝導度と攪拌不良等が発生するまでの年数との相関について

電気伝導度と攪拌不良等が発生するまでの年数との相関を図4及び図5に示す。ここでは泉質による差異を見るため市町村ごとの相関を確認した。各地域で傾向は異なるが、攪拌不良及びエアリフト装置稼働不良の双方で、不良が発生するまでの年数と電気伝導度とに相関がみられた。このことから、泉質によるものの、各地域とも電気伝導度が高いほど、すなわち成分を多く含む温泉排水が流入している浄化槽ほど、早期に不良が発生する傾向にあると推測された。

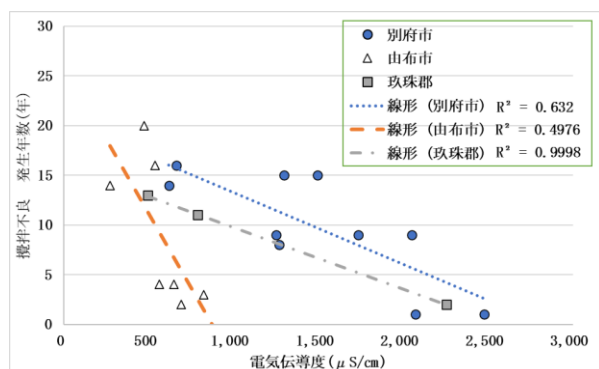


図4 電気伝導度と攪拌不良発生年数

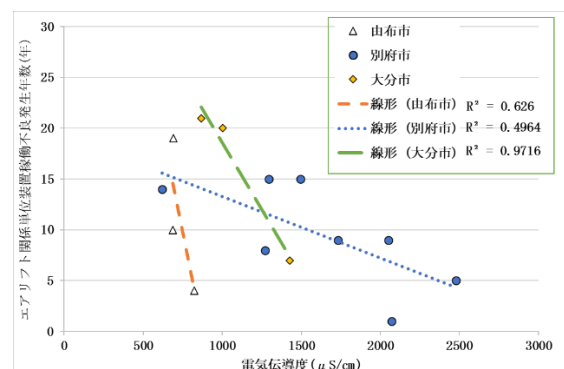


図5 エアリフト装置稼働不良発生年数

6.調査結果まとめ

今回の調査結果から、図面の確認や管理者ヒアリングと合わせて電気伝導度を測定することで、温泉排水流入有無の確認精度を向上させることができると考える。また大分県内では、電気伝導度は各地域（泉質）で異なり、温泉成分が生物処理に対して直接影響を与えるというよりは、温泉成分によって発生する設備の稼働不良やコンクリート等の腐食など、浄化槽へ損傷を与える影響が大きいことを確認した。電気伝導度と攪拌不良等が発生するまでの年数には相関関係がみられたことから、浄化槽の各装置の耐用年数を考慮すれば、少量でも温泉排水は浄化槽へ流入させるべきではないと考える。

7.今後の展開

現在、基本的に浄化槽へ温泉排水を接続しないよう、取り扱いの統一化を大分県に検討いただいている。また浄化槽へ接続しない温泉排水の処理について、写真5のようにヘアキャッチャーを設けることや、写真6のようにエルボ管を設置し、中間水のみを排出する等の対策も有効と考え、あわせて県に提案したところである。今回の調査結果を基に、温泉排水取扱いの統一化が進むことを願うとともに、当協会としては7条検査等に電気伝導度を活用し、適正な判定ができるよう努め、今後も検査精度の向上を図っていく。



写真5 ヘアキャッチャー設置状況



写真6 エルボ管設置状況

謝辞

今回の研究発表にあたり、大分県循環社会推進課、そして各地域の維持管理業者の皆さま方に多大なるご協力を賜りましたことを御礼申し上げます。

そして温泉の原理や電気伝導度に関することを始め、水環境について長年ご指導いただきました前大分大学名誉教授の故 川野田実夫先生に心より感謝申し上げます。

(参考文献)

- 1)大分県ホームページ 温泉の特徴 <https://www.pref.oita.jp/site/onsen/onsen-tokutyou.html>
- 2)浄化槽検査員テキスト 3.3 外観検査に係るチェック項目及びその判断方法 pp.131～132
- 3)2015年版浄化槽の設計・施工上の運用指針 pp.86 算定基準改正に伴う講習会時のQ&A