

温泉分野の暫定排水基準の見直しに係る検討結果

1. 検討の経緯

ほう素、ふっ素、硝酸性窒素等に係る暫定排水基準のうち、温泉を利用する旅館業については、ほう素及びふっ素に係る暫定排水基準が設定されている。

温泉排水については、共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術ではほう素及びふっ素の処理が難しいのが現状であり、旅館業において導入可能な新たな排水処理技術の開発等に関する検討を行うため、温泉排水対策に関する技術検討会を設置し、排水濃度の低減方策及び温泉排水規制の在り方について検討を行ってきた。

また、現在の暫定排水基準が 2019 年 6 月 30 日に適用期限を迎えるにあたり、温泉を利用する旅館業における中長期的な方針についても併せて検討するため、今年度は本専門委員会において、排出実態、排水処理技術開発普及に向けた取組状況の報告、業界団体ヒアリング等を実施し、温泉を利用する旅館業に係る暫定排水基準の中長期的な考え方の整理に向けた取組及び暫定排水基準の見直し（案）等について検討を行った。

2. 温泉を利用する旅館業に係る暫定排水基準について

温泉を利用する旅館業に係る暫定排水基準は、排水の排出実態、導入可能な温泉排水処理技術の開発動向を踏まえ設定している。

ほう素の暫定排水基準については、設定当初（平成 13 年 7 月）から変更していない。

ふっ素については、平成 25 年の見直しにおいて、日平均排水量 50m³ 未満の旅館業、又は、昭和 49 年 12 月 1 日に現に湧出していた温泉を利用する旅館業については、利用する源泉が自然湧出以外のものに限り、基準値を 50mg/L から 30mg/L に強化した。その他のふっ素の基準値は設定当初から変更していない。

[一律排水基準]

○一般排水基準（平成 13 年 7 月 1 日施行）

ほう素：10mg/L（海域以外の公共用水域）、230mg/L（海域）

ふっ素：8 mg/L（海域以外の公共用水域）、 15mg/L（海域）

○暫定排水基準（平成 28 年 7 月 1 日施行）

ほう素：500mg/L

ふっ素：

旅館業（温泉を利用するもの）		日平均排水量	
		50m ³ 未満	50m ³ 以上
温泉の 湧出時期	昭和 49 年 12 月 1 日に現に 湧出していた温泉を利用	30mg/L（自然湧出以外） 50mg/L（自然湧出）	
	昭和 49 年 12 月 1 日に現に 湧出していなかった温泉 を利用		15mg/L

3. 排水濃度の実態把握について

(1) 一般排水基準より高い源泉を使用する旅館の排水実態調査

全国の自治体にアンケート調査を行い、ほう素・ふっ素の一般排水基準（ほう素：10mg/L、ふっ素：8 mg/L）を超える源泉を利用する旅館の内訳を集計するとともに、排水濃度やその分布を整理した。

その結果、ほう素については、暫定排水基準が適用される旅館(617 施設、排出先不明を含む)において、一般排水基準を達成している割合は全体の約 34%

(210 施設) で、排水のほう素濃度が判明している旅館(361 施設)のうち約 58%であったが、暫定排水基準が適用される旅館の約 41%(256 施設)では、事業者からの回答が未だない等の理由により、ほう素濃度が不明であった。ふっ素については、暫定排水基準が適用される旅館(538 施設、排出先不明を含む)において、一般排水基準を達成している割合は全体の約 27% (143 施設) で、排水のふっ素濃度が判明している旅館(264 施設)のうち約 54%であるが、暫定排水基準が適用される旅館の約 51%(274 施設)では、事業者からの回答が未だない等の理由により、ふっ素濃度が不明であった。

(2) 高濃度の排水を排出する旅館の状況

温泉を利用する旅館の排水処理については、排水の水質組成が事実上成分の調整が不可能な源泉の水質組成に依っている、旅館に広く導入可能な温泉排水処理技術の開発・普及には至っていない、といった課題がある。

これらの状況を踏まえ、各温泉旅館におけるほう素又はふっ素の排水濃度低減の可能性を確認するため、過去の排水実態調査結果を基に、排水中にほう素、ふっ素が高濃度で含まれる事業者をそれぞれ 1 事業者ずつ選定し、ヒアリングを実施した。排水中のほう素濃度が最も高い旅館を A 旅館、排水中のふっ素濃度が最も高い旅館を B 旅館とする。

1) A 旅館（ほう素）

①源泉及び排水の状況

○温泉は間欠泉であり、常時湧出しているわけではないが、源泉を貯水槽に貯め、一定量を風呂場へ供給している。

○保健所の指導のもと、源泉の取水量を調整して排水中のほう素濃度が暫定排水基準値を超えないよう努力をしている。

○排水水の汚染状態については、過去 3 年間の行政検査では 87 mg/L～500 mg/L の濃度で推移している。

②濃度低減に向けた取組等

- 施設内に既存の井戸があり、その地下水で温泉排水を希釈することで、ほう素濃度を低減することを検討している。
- ただ、どの段階で地下水と温泉排水を合流させるか、どの程度の量を混合させるか、そのための施設規模等、具体的な内容についてはなかなか検討が進んでいない状況である。

③排水処理設備等の投資予定

- 現時点で、排水濃度をどこまで低減すれば良いか、どのような方法（技術）があるのか、が国からも示されていないため、旅館側として具体的な検討ができない。このため、現時点では設備導入の予定はない。
- 地下水による希釈を検討する場合、具体的な経路や取水の検討や設備投資のための予算確保等の観点から、3～5年程度の期間が必要。

2) B旅館（ふっ素）

①源泉及び排水の状況

- 源泉から一定量旅館に温泉を引いているため、温泉排水の量に変動はなく、一定量となっている。
- 泉質が数十年おきに变化しており、源泉中のふっ素濃度も上下している。
- 平成10年度に中和処理施設を設置し、pHを調整してから排出している。
- 排出水の汚染状態については、過去3年間の行政検査では25 mg/L～38 mg/Lの濃度で推移している。

②濃度低減に向けた取組等

- 中和処理施設の維持管理費ですらかなり厳しい状況であり、ふっ素濃度低減の取組までは行えていない状況である。

③排水処理設備等の投資予定

- ふっ素濃度を低減させるための技術も現時点では実現可能なレベルではないと聞いているため、排水処理設備導入の予定はない。

4. 温泉排水処理技術開発普及等に向けた取組状況

温泉旅館から排出される排水には、ほう素・ふっ素の他にも多種多様な共存物質が比較的高い濃度で含まれる場合があり、これらの共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術では、ほう素・ふっ素の除去が難しいのが現状である。

このことから、環境省では、平成 18（2006）年度より、温泉排水を対象とした新しい排水処理技術の開発を支援し、温泉旅館における処理技術導入の可能性を検証することを目的とした実証試験に取り組んできた。

平成 18 年度～平成 29 年度にかけて実証事業・試験の対象となったほう素、ふっ素処理技術は以下のとおりであり、ほう素処理で 6 技術、ふっ素処理で 4 技術について、実際の温泉排水を用いた実証実験を行った。

（１）ほう素の処理技術実証試験とその実施結果

ほう素の処理技術については、これまで以下の取組を行ってきた（表 1）。その結果、全ての処理技術において、ほう素の処理後水質目標を達成することができたものの、コスト目標がいずれも非達成であった。（表 2）

表 1 実証試験対象技術（ほう素処理）

年度	処理技術		処理方式
H18	B-1 技術	ボロン-C ほう素処理システム	吸着、凝集沈殿 (吸着剤注入式)
H21	B-2 技術	グルカミン基を結合させた樹脂を用いた吸着	吸着 (カラム通水式)
H21	B-3 技術	粉末の無機性天然鉱物をペレット状にした「アドソープ」を用いた吸着	吸着 (カラム通水式)
H23	B-4 技術	新型キレート繊維と高濃度対応型凝集法*	吸着 (カラム通水式)
H25	B-5 技術	天然素材凝集剤を用いた凝集法	凝集沈殿 (バッチ式)
H29	B-6 技術	ヒドロキシアパタイト結晶法	凝集沈殿 (バッチ式)

*：実証機関が自社負担で追加的に行った実証試験

表2 温泉排水処理技術実証試験の実施結果（ほう素）

	処理技術名・処理方式	実証 試験地	排水中ほう素濃度	処理水質		コスト目標 ^{※1} の達成状況	
				目標	達成状況	達成状況	主な要因
H18	ボロン-C ほう素処理システム【吸着、凝集沈殿（吸着剤注入式）】	A 温泉	平均 500mg/L 程度 （最大 1000mg/L 超 ^{※3} ）、pH7～8 程度	一般排水基準 （10mg/L）以下	達成	未達成	吸着剤費、汚泥処分費等
H21	グルカミン基を結合させた樹脂を用いた吸着【吸着（カラム通水式）】			一般排水基準 （10mg/L）以下	達成	未達成	吸着剤費等
H21	粉末の無機性天然鉱物をペレット状にした「アドソープ」を用いた吸着【吸着（カラム通水式）】	B 温泉	平均 240mg/L 程度、 pH6～7 程度	一般排水基準 （10mg/L）以下	達成	未達成	吸着剤費等
H23	新型キレート繊維と高濃度対応型凝集法【吸着（カラム通水式）】	C 温泉	平均 10mg/L 程度、 pH2～4 程度	処理目標未設定（実証機関が自主実施した試験のため）		未達成	吸着剤費、処理薬剤費等
H25	天然素材凝集剤を用いた凝集法【凝集沈殿（バッチ式）】	A 温泉	平均 500mg/L 程度 （最大 1000mg/L 超 ^{※3} ）、pH7～8 程度	概ね 300mg/L 以下	達成	未達成	処理薬剤費、汚泥処分費
H29	ヒドロキシアパタイト結晶法【凝集沈殿（バッチ式）】	D 温泉	平均 20mg/L 程度、 pH8 程度	一般排水基準 （10mg/L）以下	達成	未達成 ^{※2}	汚泥処分費

※1 コスト目標（人件費等を除いた設備や排水処理そのもの等に係るコスト限る。）は、専門家等の助言を受け、イニシャルコスト 1,000 万円、ランニングコスト 300 万円／年（1 日 100m³の排水量を想定）と設定

※2 排水処理のランニングコストのみなら当該実証試験を行った旅館の排水であれば達成相当のコストと試算

※3 過去3年度（平成 27～29 年度）で報告されている最大値

(2) ふっ素の処理技術実証試験とその実施結果

ふっ素の処理技術については、これまで以下の取組を行ってきた(表3)。その結果、ほう素と同様に全ての処理技術において、ふっ素の処理後水質目標を達成することができたものの、コスト目標がいずれも非達成であった。(表4)

表3 実証試験対象技術(ふっ素処理)

年度	処理技術		処理方式
H18	F-1 技術	重金属吸着剤「アドセラ」	吸着 (カラム通水式)
H21	F-2 技術	貝殻処理材を用いた吸着	吸着 (カラム通水式)
H23	F-3 技術	NEF-1 法	凝集沈殿
H24	F-4 技術	リン酸ジルコニウム微結晶を利用した吸着	吸着 (吸着剤注入式)

(3) 現時点での評価

これらの結果より、現時点での評価は以下の通りである。

- ・ 全ての処理技術において、実証試験で設定された処理後目標水質は達成されているものの、一般排水基準の水準に達していないものもある。
- ・ イニシャルコストとランニングコストについての目標をともに達成した処理技術はなく、処理コストの観点からは、温泉排水に対するほう素、ふっ素処理に広く導入できる技術は見いだせていない。

表4 温泉排水処理技術実証試験の実施結果（ふっ素）

年度	処理技術名・処理方式	実証 試験地	排水中ほう素濃度	処理水質		コスト目標 ^{※1} の達成状況	
				目標	達成状況	達成状況	主な要因
H18	重金属吸着剤「アドセラ」【吸着（カラム通水式）】	C 温泉	平均 40mg/L 程度、pH2～4 程度	除去率 50%	達成	未達成	吸着剤費 等
H21	貝殻処理材を用いた吸着【吸着（カラム通水式）】			一般排水基準 (8mg/L)	達成	未達成	吸着剤費 等
H23	NEF-1 法【凝集沈殿】			概ね半減以下	達成	未達成	処 理 薬 剤 費 等
H24	リン酸ジルコニウム微結晶を利用した吸着【吸着（吸着剤注入式）】			概ね半減以下	達成	未達成	吸着剤費 等

※1 コスト目標（人件費等を除いた設備や排水処理そのもの等に係るコスト限る。）は、 専門家等の助言を受け、イニシャルコスト 1,000 万円、ランニングコスト 300 万円／年（1 日 100m³の排水量を想定）と設定

5. 暫定排水基準の見直し（案）

暫定排水基準の見直しに当たっては、各温泉旅館からの排水の排出実態、温泉排水処理技術の開発動向等を踏まえ、可能な場合はその範囲内で、暫定排水基準値を低減させることが基本である。ほう素、ふっ素とも、引き続き各施設における排水実態の把握を進め、濃度低減方策の導入可能性や新たな技術開発の状況を考慮しつつ、今後の暫定排水基準について検討していく必要がある。

（１）ほう素の暫定排水基準値の見直しについて

源泉のほう素濃度が高く、排水濃度が最も高いA旅館においては、これまで排水濃度の平準化等の対応を進めてきているものの、平成28～30年度のほう素の排出実態は行政検査時において87～500 mg/Lを計測している。温泉排水処理技術についても、旅館に導入可能な技術の開発までには至っていない状況である。

また現在、A旅館において、地下水くみ上げによる排水の希釈も検討しているところであるが、施設の導入や予算の面から、すぐに大幅なほう素濃度の低減は困難な状況である。

これらのことから、A旅館における排出実態等を踏まえると、現行の暫定排水基準値（500 mg/L）を維持することが適当と考えられる。

（２）ふっ素の暫定排水基準値の見直しについて

ふっ素についてもほう素と同様に、旅館に導入可能な温泉排水処理技術の開発までには至っていない状況である。

また、暫定排水基準50 mg/Lが適用される温泉施設のうち、高濃度でふっ素を排出する温泉は1地域であり、当該地域の温泉施設への現地確認及びヒアリングを実施した結果、直近の排出実態は平均32 mg/L、最大38 mg/L（源泉濃度76.8 mg/L）であった。加えて、源泉のふっ素濃度については概ね50 mg/L～100 mg/Lの範囲で変動があることから、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

暫定排水基準30 mg/Lが適用される温泉施設については、排水中のふっ素濃度が15 mg/L～30 mg/Lの範囲で推移している温泉施設が17施設あり、直近の排出実態は平均18.4 mg/L、最大27 mg/Lであったことから、これらの旅館の排水濃度の状況を踏まえ、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

暫定排水基準15 mg/Lが適用される温泉施設については、排水中のふっ素濃度が8 mg/L～15 mg/Lの範囲で推移している温泉施設が22施設（平均10.9 mg/L、最大14 mg/L）、15 mg/L～30 mg/L（平均19.8 mg/L、最大27 mg/L）の範囲で推移している温泉施設も6施設あることから、これらの旅館の排水濃度の状況を踏まえ、現在の暫定排水基準を維持することが適当と考えられる。

6. 今後の中長期的な考え方の整理に向けて

温泉を利用する旅館業に係る暫定排水基準の次回以降の中長期的な考え方の整理に向け、以下の取組を実施していく。

①温泉排水処理技術及び濃度低減手法の検討等

ほう素、ふっ素の処理技術について実証試験を行い、温泉旅館における処理技術導入の可能性を検証するとともに、濃度低減手法の検討を行う。また、必要に応じ排水処理業者等に温泉排水処理技術や濃度低減手法に関するヒアリング等を実施する。

②温泉を利用する旅館業におけるほう素・ふっ素の排水実態に関する詳細調査

排水濃度が不明の施設等について、関係自治体の協力を得つつ、引き続きアンケートの回収、内容の精査、更新を行い、温泉を利用する旅館業におけるほう素・ふっ素の排水実態の網羅的な把握を進める。また、温泉排水の簡易な測定方法についても調査・検討する。

③排水実態に関する詳細調査等を踏まえた特徴的な事業者へのヒアリング等

上記の取組を踏まえ、特徴的な事業場を対象に、排水対策等の状況についてヒアリング等を実施し、温泉を利用する旅館業における排水対策の実態や低減対策の実施可能性等に関する情報を整理する。

また、関係自治体へのヒアリング等を実施し、温泉を利用する旅館業に係る暫定排水基準についての意見等を把握する。

上記①～③の取組結果を基に、従来通り3年毎に見直すのではなく、暫定排水基準を適切な水準に設定したうえで、当面の間、当該暫定排水基準値を維持することも視野に入れ、温泉のおかれた経緯や状況等、幅広い観点から検討する。