

リサイクル燃料備蓄センターに係る
火山モニタリング結果（2022年）
（概要版）

2023年8月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

はじめに

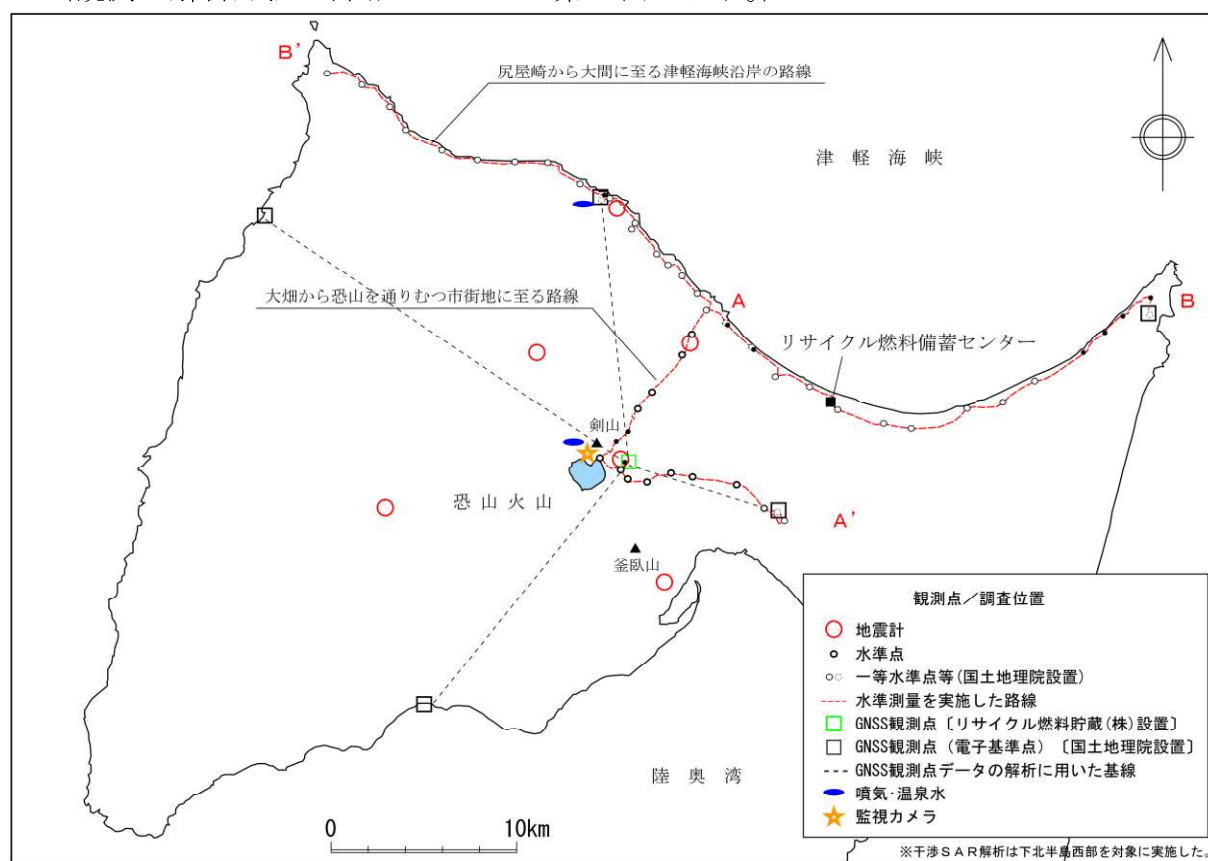
この資料は、リサイクル燃料備蓄センターに係る火山モニタリング結果（2022年）の概要をとりまとめたものです。

1. モニタリング項目

当社は、火山活動に関連して発生する下記項目について、これらの活動状況のモニタリングを実施している（第 1 図）。本資料では、当社が独自に観測・解析したデータに基づく検討結果を示す。

- 地震活動
- 地殻變動
- 噴氣活動（熱水活動）

(観測・解析方法の詳細については第 1 表に示す。)



第 1 図 調査位置図

※下北半島には、上図に示した以外にも、諸機関による地震計、GNSS 観測点、水準点等の観測点があるが、本年の火山モニタリングにおいて、当社が独自の観測・解析等に使用した観測点のみを示した。

第 1 表 観測項目・位置・期間

対象	観測項目	観測点／調査位置	期 間
地震活動	地震活動観測	恐山火山 ・ 山頂部(湯坂) ・ 山麓部 4 ヶ所 風間浦 ・ 下風呂 (第 1 図)	2022 年 1 月 1 日 ～2022 年 12 月 31 日 [連続観測] <u>※観測開始：2010 年 12 月 1 日</u> ・ 恐山山頂部(湯坂)：2011 年 8 月 5 日 ・ 山麓部の観測点： 新設(1 地点)：2016 年 2 月 1 日 増設(2 地点)：2016 年 8 月 1 日 2016 年 11 月 1 日
地殻変動	GNSS 観測点による 地殻変動観測	恐山火山 ・ 山頂部 (湯坂) (第 1 図)	2022 年 1 月 1 日 ～2022 年 12 月 31 日 [連続観測] <u>※観測開始：2011 年 8 月 6 日</u>
	干渉 SAR 解析 による 地殻変動観測	恐山火山周辺 (全域)	下記 6 時期の SAR データを使用 ○北行軌道，右向き照射， オフナディア角 38.2° ・ 2017 年 6 月 27 日 ・ 2021 年 6 月 22 日 ・ 2022 年 10 月 11 日 ○南行軌道，右向き照射， オフナディア角 35.4° ・ 2017 年 9 月 7 日 ・ 2021 年 9 月 2 日 ・ 2022 年 9 月 1 日
噴気活動 (熱水活動)	噴気・温泉水の 分析・測定	恐山火山： ・ 地獄谷(湯沼)の北方 ・ 塩屋地獄 ・ 花染の湯の北方 ・ 源泉 4 ヶ所 下風呂 ・ 新湯	恐山火山： ・ 2022 年 5 月 24 日 ・ 2022 年 10 月 25 日～26 日 下風呂： ・ 2022 年 5 月 23 日 ・ 2022 年 10 月 24 日 <u>※観測開始：</u> ・ 恐山火山：2007 年以降 ・ 下風呂： 2009 年以降 (2015 年以降，年 2 回実施)
	監視カメラによる 観測	恐山火山： ・ 地獄谷周辺	2022 年 1 月 1 日 ～2022 年 12 月 31 日 [連続観測] <u>※観測開始：2010 年 1 月</u>

注) 当社において独自に実施している観測項目・観測期間を示す。

・地震観測，GNSS 観測点による地殻変動観測及び監視カメラによる観測は現在も継続中である。

2. 火山モニタリング結果

2.1 地震活動観測

恐山火山山頂部（湯坂：写真 1）、山麓部等の 6 ヶ所に設置した高感度地震計の観測記録によると、2022 年 1 年間に於いて、恐山火山付近に震源を有する地震が 12 記録観測されたが、震源が系統的に浅くなる等の顕著な変化は認められなかった。

気象庁一元化震源データにおいても、1997 年 10 月～2022 年 12 月にかけて、恐山火山付近に震源を有する地震は 19 記録で、2022 年 2 月に 10 記録が観測されたものの、これを除く期間では発生回数は少なく、顕著な地震発生数の増大、震源が浅くなる等の変化は認められなかった。

下風呂沖等の周辺地域においては、2022 年の初めには、深部低周波地震が比較的多く認められた。しかし、観測期間を通じて、地震発生数の顕著な増大や、震源が系統的に浅くなる等の変化はなかった。

2.2 地殻変動観測

恐山火山山麓部を基準としてみた恐山山頂部の GNSS 観測点（湯坂：写真 1）との間の鉛直成分（比高差）、斜距離成分（基線長）の変化においては、2022 年 1 年間に於いて、斜距離成分（基線長）の観測データで、レドームまたは樹木への着雪等の影響により、前年データに基づく監視基準を一時超えたものの、恐山火山周辺における火山活動に起因した顕著な地殻変動は認められなかった。

干渉 SAR 解析においては、陸奥燧岳火山の東斜面において地すべりによると考えられる変位が認められたが、これを除きノイズレベルを超える顕著な地殻変動は認められなかった。

また、国土地理院による 1997 年以降の GNSS 観測点（電子基準点）データの解析結果においても、恐山火山及び下風呂付近を中心とする顕著な地殻変動はなく、系統的な変位の累積は認められなかった。ただし、GNSS 観測点（電子基準点）「風間浦」の隆起量増大傾向と、余効変動の変位については、今後も注視する。

なお、恐山火山周辺の地殻変動解析において、2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う余効変動の変位は、減衰しつつあるように見えるものの現在も継続している。



写真1 恐山火山山頂部（湯坂）に設置した地震及び地殻変動の観測施設

2.3 噴気・温泉水の測定・分析

2.3.1 恐山火山

(1) 噴気状況

恐山火山の地獄谷周辺においては、多数の噴気が認められる。そのうち、気象庁（1981）等で最も活発な噴気活動が認められてきた地獄谷（湯沼）では、2012年6月以降の噴気活動の低調化が継続し、2014年5月には噴気が認められなくなった。しかし、地獄谷（湯沼）付近でも高い地表温度は維持されており、2016年以降、断続的に噴気が認められるようになった。2021年5月においては極微弱な噴気が認められたが、2021年10月以降は噴気が確認できなくなり、2022年においても噴気は認められなかった（写真2）。一方、地獄谷（湯沼）の北方においては観測期間を通じて多くの噴気が認められ、その勢いも比較的強い状態が継続している（写真3）。

(2) 調査・分析結果

[噴気（火山ガス）] ※地獄谷（湯沼）の北方^{注）}

- ・火山ガスは温泉水を通じて気泡状に噴出し、硫黄臭が認められた。
- ・火山ガスの組成は、水蒸気を含まず、 $\text{CO}_2 > \text{H}_2\text{S}$ で構成され、 SO_2 及び HCl は検出されなかった。
- ・He 同位体組成及び R ガス（アルカリに吸着されないガス成分）組成は、概ね大気起源の特徴を示した。

^{注）} 観測開始当初、噴気・温泉水の調査・分析対象としてきた地獄谷（湯沼）では顕著な噴気活動が認められないことから、2012年以降、地獄谷周辺の中では、比較的強い噴気が認められる地獄谷（湯沼）の北方を対象に調査・分析を継続している。

[温泉水]

各源泉における温泉水の色、温度、pH、電気伝導度、陰イオンの成分分析による分類（2022年10月における調査結果）を示す。

- ・地獄谷（湯沼）の北方：暗オリーブ灰色，93.6℃，pH2.8，874mS/m，Cl 型
- ・塩屋地獄：無色透明^{*1}，97.6℃，pH3.7，1680mS/m，Cl 型
- ・花染の湯：無色透明^{*1}，61.1℃，pH2.9，319mS/m，Cl— SO_4 型
- ・花染の湯の北方：明灰色，58.4℃，pH2.9，79.6mS/m， SO_4 型
- ・薬師の湯：無色透明^{*1}，74.1℃，pH2.2，832mS/m，Cl— SO_4 型
- ・冷拔の湯：無色透明^{*1}，67.5℃，pH2.2，1095mS/m，Cl— SO_4 型
- ・古滝の湯：無色透明^{*1}，80.2℃，pH6.1，1712mS/m，Cl 型

^{*1} 黄白色，白色～黄色，淡黄色等の析出物が認められた。

(3) 特徴

地獄谷周辺（地獄谷（湯沼）の北方）に噴出する火山ガスは、温度や化学組成等により温泉ガス^{*2}で特徴付けられ、大気との混合がよく進んだ特徴を示した。

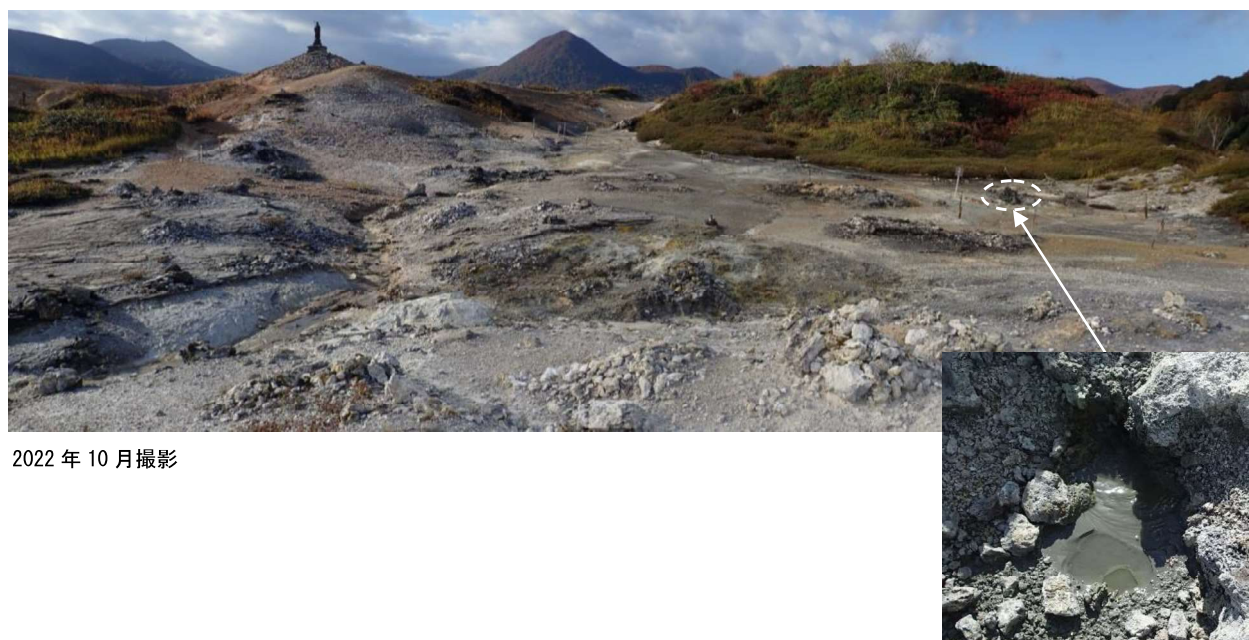
^{*2} 鎌田ほか編（1985）の分類による

2007 年の調査開始以降, 地獄谷周辺では噴気の噴出状況に変化が認められるものの, 火山ガスの温度, 化学組成等に顕著な変化は認められなかった。さらに, 温泉水にも, 温度, pH, 電気伝導度, 化学組成等に顕著な変化は認められなかった。



2022 年 10 月撮影

写真 2 地獄谷（湯沼）の状況
(左：全景, 右：噴気は認められない)



2022 年 10 月撮影

写真 3 地獄谷（湯沼）の北方の状況
(噴気・温泉水の調査・分析を実施した地点)

2.3.2 下風呂

(1) 調査・分析結果（写真 4）

[火山ガス]

- ・源泉槽底部から気泡状に噴出し，硫黄臭が認められた。
- ・火山ガスの組成は，水蒸気を含まず， $\text{CO}_2 > \text{H}_2\text{S}$ で構成され， SO_2 及び HCl は検出されなかった。
- ・He 同位体組成及び R ガス組成（アルカリに吸着されないガス成分）は，概ね大気起源の特徴を示した。

[温泉水]

温泉水の色，温度，pH，電気伝導度，陰イオンの成分分析による分類（2022 年 10 月における調査結果）を示す。

- ・新湯：無色透明^{*3}， 93.0°C ，pH6.7，電気伝導度 881mS/m，Cl— SO_4 型

^{*3} 源泉槽内の水面付近に灰色～灰白色，その上面に黄色～黄白色，一段高いコンクリート表面に黄白色の析出物が認められた。

(2) 特徴

下風呂の新湯に噴出する火山ガスは，温度や化学組成等により温泉ガス^{*4} で特徴付けられ，大気との混合がよく進んだ特徴を示した。

2009 年の調査開始以降，これらの調査・分析結果には，顕著な変化は認められなかった。

^{*4} 鎌田ほか編（1985）の分類による



2022 年 10 月撮影



源泉槽内の状況

写真 4 下風呂（新湯）の状況

（左：全景，右：源泉槽底部から火山ガス及び温泉水が噴出する）

2.4 監視カメラによる観測

恐山火山の噴気地帯に設置した監視カメラによる地獄谷（湯沼）周辺の可視画像及び熱赤外画像を第2図に示す。

(1) 観測結果

[噴気状況]

- ・噴気は、主に地獄谷（湯沼）の画面左奥側（西方）から噴出し、地獄谷（湯沼）からは認められなかった。また、地獄谷（湯沼）の画面奥側（北方）及び画面右側（東方）からも噴気が認められた。
- ・色は白色（水蒸気）を示した。
- ・噴気高さは、概ね5m以下で推移した。1年を通じて、地獄谷（湯沼）の西方からは12m以上及び24m以上、地獄谷（湯沼）の北方からは20m以上の噴気が散発的に認められた。
- ・噴気の数、概ね4ヶ所以下（最大6ヶ所）で変化した。

[熱的状况]

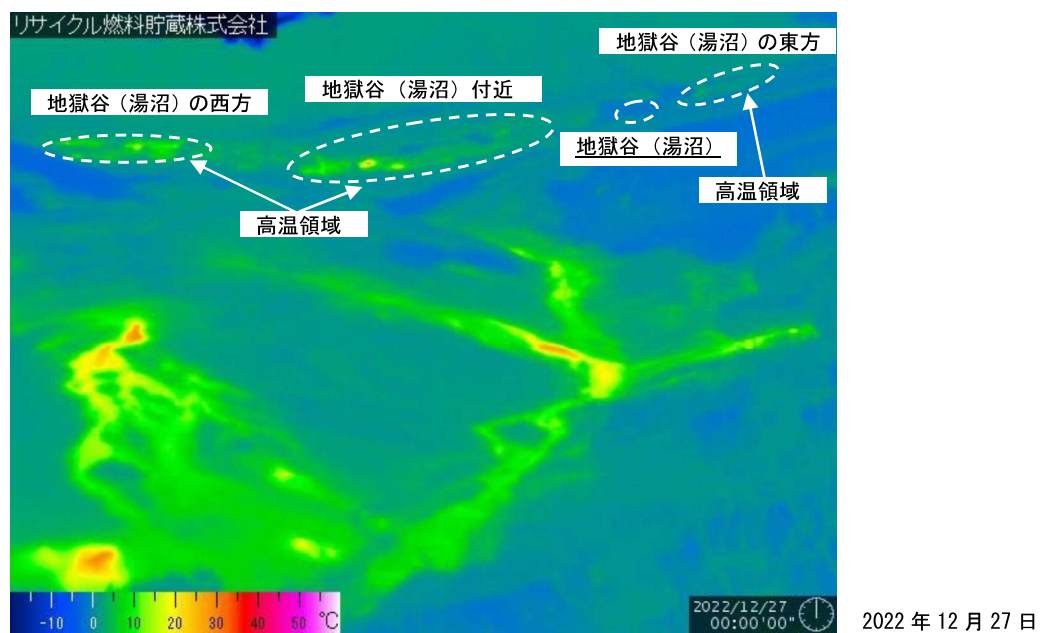
- ・地獄谷（湯沼）付近及びその西方と東方に高温領域が認められた。
- ・地獄谷（湯沼）付近における高温領域の最高値は約58℃であった。
- ・高温領域における最高温度には、顕著な高温化は認められず、高温領域の拡大等も認められなかった。

(2) 特徴

2010年1月～2022年12月にかけて、地獄谷（湯沼）付近においては、2010年末に噴気活動の変化（噴気高さの上昇、噴気数の増加等）が生じたが、2012年6月以降の地獄谷（湯沼）の噴気活動の低調化に伴って、噴気高さの低下と噴気数が減少する状態が継続し、2014年5月以降、地獄谷（湯沼）の噴気は確認できなかったが2016年以降、再度わずかな噴気が認められるようになった。ただし、地表温度には高温化等の顕著な変化は認められない。また、2014年以降、地獄谷（湯沼）を中心とした活動から、中心域が地獄谷周辺に移動しつつある可能性が示唆される。

監視カメラの観測結果及び前述の噴気状況の調査結果より、観測期間において、活動活発化等の顕著な変化は認められなかった。ただし、噴気活動の中心が、これまでの地獄谷（湯沼）からその周辺に移動しつつある可能性があり、地下浅部における熱水経路の変化が示唆される。

以上から、地下浅部における熱水経路の局所的な変化が示唆されるが、地獄谷全体としては、活動活発化等の変化は発生していないと判断した。



第2図 地獄谷（湯沼）周辺の監視カメラによる観測状況
（上・中：可視画像，下：熱赤外画像）

3. 火山モニタリングのまとめ

恐山火山周辺において実施した地震観測，地殻変動観測結果により，火山活動の活発化を示唆する顕著な変化はないと判断した。ただし，2021 年頃以降における GNSS 観測点（電子基準点）「風間浦」の隆起量増大傾向と，余効変動の変位については，今後も注視する。

また，恐山火山の噴気活動の中心である地獄谷周辺を対象とした現地調査，監視カメラによる噴気状況・熱的状況，噴気・温泉水の測定・分析結果により，恐山火山では，マグマが直接的に関与しない熱水活動が継続し，その活動に活発化の兆候は認められないことから，火山活動の状況に変化はないと判断した。

ただし，恐山火山では，現在も噴気活動が継続していることから，今後も，恐山火山の平常時における活動の特性を把握するため，各観測項目におけるベースラインデータを更に蓄積することに加え，これまでに蓄積したベースラインデータに基づき異常現象を的確かつ迅速に捉えることを目的に，火山モニタリングを継続的に実施していくこととする。

なお，本報告は火山活動評価委員会に付議し，了承されている。

4. 火山に対する科学的・技術的知見の収集及び評価について

2022 年度における火山に関する情報を含む学協会の報告・論文等を収集し、検討した結果、当施設の火山の活動可能性評価への反映が必要な新知見情報はないと判断した。

以上

用語の説明

●余効変動

余効変動とは、地震の後に震源域あるいはその周囲で生じる長期間に及ぶ地殻変動の総称。代表的な例としては、断層面上で発生する余効滑り等が挙げられる。ここで、余効滑りとは、地震の後に震源域あるいはその周囲の断層面で発生するゆっくり滑りをいう。

【参考文献】

文部科学省：災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」平成 28 年度
年次報告（成果の概要） 用語解説
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/toushin/attach/1403674.htm