

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（平成28年）
（概要版）

平成29年6月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

はじめに

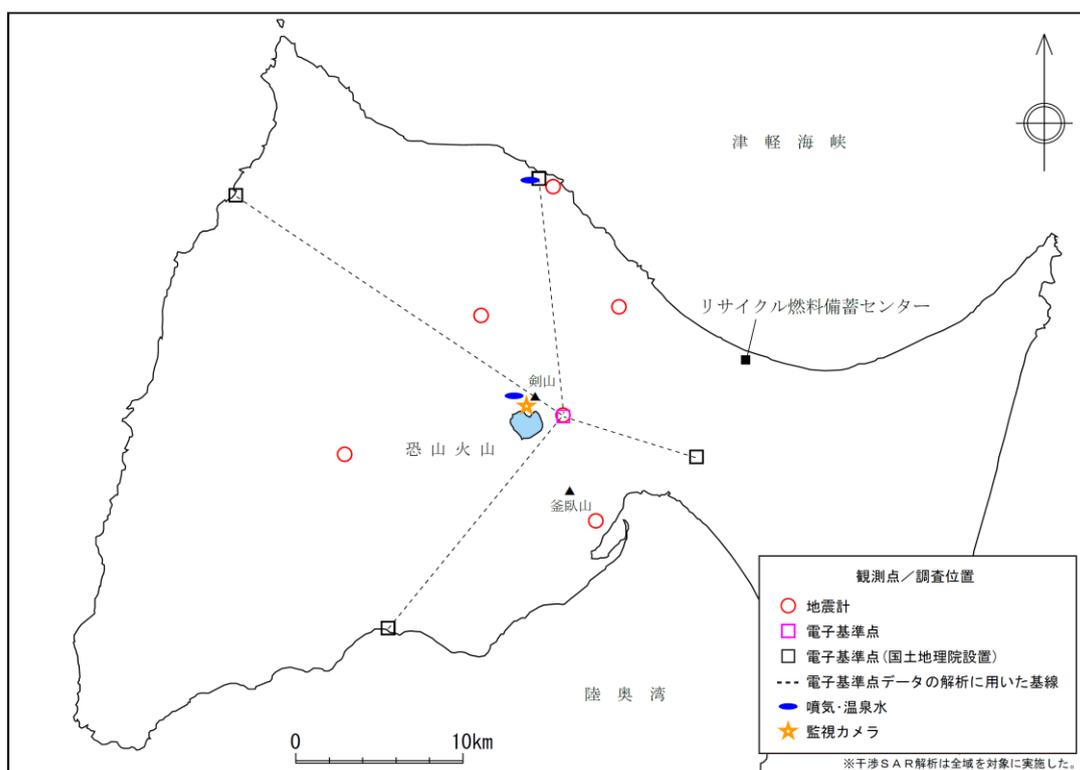
この資料は、リサイクル燃料備蓄センターに係る火山モニタリング結果（平成 28 年）の概要をとりまとめたものです。

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
- 地殻変動
- 噴気活動（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、電子基準点、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 下風呂 (第1図)	平成28年1月1日 ～平成28年12月31日 [連続観測] <u>※観測開始：平成22年12月1日</u> ・恐山山頂部(湯坂)：平成23年8月5日 ・山麓部の観測点： 新設(1地点)：平成28年2月1日 増設(2地点)：平成28年8月1日 平成28年11月1日
地殻変動	電子基準点による地殻変動観測	恐山火山 ・山頂部(湯坂) (第1図)	平成28年1月1日 ～平成28年12月31日 [連続観測] <u>※観測開始：平成23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2時期の SARデータを使用 ・平成27年10月29日 ・平成28年10月27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)北方 ・花染の湯の北方 ・源泉4ヶ所 下風呂 ・新湯	恐山火山： ・平成28年5月10日～13日 ・平成10月19日，25日 下風呂： ・平成28年5月13日 ・平成28年10月18日 <u>※観測開始：</u> ・恐山火山：平成19年以降 ・下風呂：平成21年以降 (平成27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	平成28年1月1日 ～平成28年12月31日 [連続観測] <u>※観測開始：平成22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，電子基準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。
- ・水準測量による地殻変動観測は隔年で実施予定である(今回は平成27年に実施)。

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、平成28年1年間において、恐山火山直下に震源を有する顕著な地震は発生しなかった。

気象庁一元化震源データにおいても、平成9年10月～平成28年12月にかけて、恐山火山直下に震源を有する地震は非常に少なく、顕著な地震活動は認められなかった。下風呂沖においても、地震活動に顕著な変化は認められなかった。

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電子基準点（湯坂：写真1）との間の鉛直成分（比高差）、斜距離成分（基線長）の変化においても、平成28年1年間において、恐山火山を中心とする顕著な地殻変動はなかった。また、平成27年10月及び平成28年10月のSARデータを用いた干渉SAR解析においても、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1954年以降の水準測量結果及び1997年以降の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、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う余効変動は、恐山火山周辺の電子基準点の解析データでは低下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が、このうち最も活発な噴気活動が認められてきた地獄谷（湯沼）では、平成 24 年 6 月以降の噴気活動の低調化が継続している。しかし、地獄谷（湯沼）付近では高い地表面温度は維持されており、新たな噴気孔の形成も認められるほか、平成 28 年には、平成 26 年 5 月以降、噴気が認められなかった地獄谷（湯沼）において、極めて微弱な噴気（91.2℃）が再び認められた。また、地獄谷（湯沼）の北方においても、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1}

- ・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、水蒸気を主体として、 $\text{CO}_2 > \text{H}_2\text{S}$ で構成され、 SO_2 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1} 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、平成 24 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（平成 28 年 10 月における調査結果）を示す。

- ・地獄谷（湯沼）の北方：無色透明，95.0℃，pH2.5，485mS/m，Cl-SO₄型
- ・花染の湯：無色透明^{*1}，61.5℃，pH2.9，343mS/m，Cl-SO₄型
- ・花染の湯の北方：黄灰色濁り，55.6℃，pH2.8，84.7mS/m，SO₄型
- ・薬師の湯：無色透明^{*1}，76.7℃，pH2.1，872mS/m，Cl-SO₄型
- ・冷抜の湯：無色透明^{*1}，69.1℃，pH2.1，1058mS/m，Cl-SO₄型
- ・古滝の湯：無色透明^{*1}，85.5℃，pH6.4，1790mS/m，Cl型

^{*1} 黄白色・黄灰色～黄色，灰白色～黄白色，淡黄色，白色，灰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、沸騰泉^{*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。

平成 19 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。

*2 鎌田ほか編（1985）の分類による



写真 2 地獄谷（湯沼）の状況

（左：全景，右：極めて微弱な噴気（91.2℃）が認められる）



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（平成 28 年 10 月における調査結果）を示す。

- ・新湯：無色透明^{*3}，94.1℃，pH は 6.6，電気伝導度は 881mS/m，Cl-SO₄ 型
^{*3}源泉槽内に黄白色の析出物，水面には灰白色の板状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。

平成 21 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



平成 28 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、夏季に3～4 m以下を示すことが多いが、冬季に増加する傾向が認められ、11月以降に高くなる傾向を示した。また、1年を通じて、地獄谷（湯沼）の北方からは、断続的に20m以上の噴気が認められた。
- ・噴気数は、概ね6ヶ所以下で推移するものの、6月～11月にかけてやや増加する傾向が認められた。

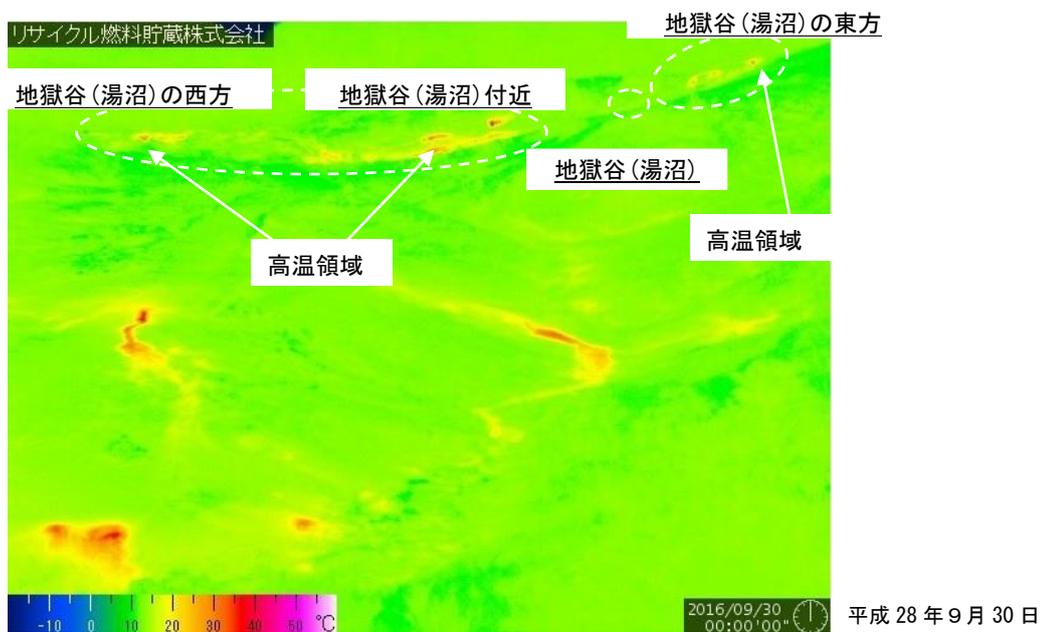
[熱的状況]

- ・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56℃であった。
- ・高温領域の最高温度には、顕著な高温変化は認められないものの、地獄谷（湯沼）の東方の高温領域が明瞭となる傾向を示す。

(2) 特徴

平成22年1月～平成28年12月にかけて、地獄谷（湯沼）付近においては、平成22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、平成24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、平成26年5月以降、噴気を確認していない。また、地表面温度にも高温化等の顕著な変化は認められない。ただし、平成27年以降、地獄谷（湯沼）を中心とした活動から、噴気活動の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、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、活動の揺らぎが存在する可能性が示唆されるものの、観測期間では、活動活発化等の顕著な変化は認められなかった。



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。

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，噴気・温泉水の測定・分析結果，監視カメラによる観測結果等により，恐山火山では，現時点においてマグマが直接的に関与しない熱水活動が継続している状態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のに十分なベースラインデータの蓄積のために，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

平成 28 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として、降下火砕物シミュレーション解析コード Tephra2 にバグが含まれるとする情報が抽出された。

- ・佐伯和人（2016）：55Tephra2 の作成と配布，
日本火山学会講演予稿集，2016 年度秋季大会，pp. 186.

なお、当社の新規規制基準適合性審査において降下火砕物の影響評価が行われていることから、解析コードの修正に伴う降下火砕物シミュレーションの再解析結果を、平成 28 年 12 月 16 日の審査会合にて原子力規制委員会に説明している。

以上