

瑞浪超深地層研究所の換気立坑深度200m 接続部における 火災に関する原因と対策について

7月19日に瑞浪市消防本部より、5月16日に発生した瑞浪超深地層研究所深度200m研究坑道内での火災の原因に関する調査報告を受けました。調査報告では、出火原因として電気に関連する火災及び溶断作業が考えられるが、当時の状況から電気に関連する火災の可能性は極めて低いとされました。一方、溶断作業は火災発生直前まで実施されていたこと及び出火場所付近に溶断片が確認されたことから、溶断作業が出火原因としての可能性は高いと考えられるものの、出火原因とする直接的な証拠が得られないとされました。そのため、原因がいずれにあるかを特定するには至らず、出火原因は不明とされました。

機構は早期の安全確保を図るため、瑞浪市消防本部等による原因究明と並行して、外部専門家の協力を得ながら出火原因と想定される事象の抽出と各事象に対する再発防止対策の立案・実施を進めてきました（下記参照）。今回の瑞浪市消防本部の調査報告において、出火原因は一つに特定されませんでした。機構が想定した事象以外に新たな出火原因の可能性が提示されなかったことから、出火原因は機構が想定した4つの原因のいずれかであると考えられます。これらの4つの原因については、機構所有の地下研究所では、既に対策を講じたところです。機構では引き続き施設の安全確保について取り組んでまいります。

【参考】火災発生原因として想定される事象の抽出と再発防止対策の策定

機構において、火災発生原因として可能性のある事象として、以下の4項目を抽出し、これらに対し再発防止対策を取りまとめ、実施しました。

（想定される事象の抽出）

- ①電気：通信親機（地上）からの通電による短絡・発火
- ②化学反応：亜酸化銅化した端子への通電による発火
- ③溶断作業：ガス溶断に伴う火花・溶断片による発火
- ④その他（小動物等）：小動物・昆虫による端子盤の短絡・発火

（火災原因として想定される事象に対する対策）

上記①、②、④に対する対策（対策は共通）として、以下を実施しました。

- ・計測を完了した機器等の撤去またはケーブル類の全離線。
- ・坑内通電設備の内、これまで点検していなかった、または点検記録を残していなかったもの（例えば計測用制御盤等）についても定期点検に追加し記録。

上記③に対する対策として、以下の点について作業手順の見直しを実施しました。

- ・火花や溶断物の落下防止対策の改善。
- ・スパッタシートなどの不燃シートによる養生範囲の拡大。
- ・作業開始時に作業手順等の現場立会確認の励行。

なお、溶断作業の再開にあたっては、対策を具体化し、確実に実施していきます。

8月の主な作業予定

【瑞浪超深地層研究所】

- ① 表層水理定数観測（地下水位・土壌水分の観測）
- ② 狭間川における流量観測及び研究所周辺井戸での水位観測
- ③ 研究坑道の排出水等の環境管理測定
- ④ 研究坑道の湧水に含まれるふっ素、ほう素を排水処理設備で除去後に排水
- ⑤ 研究坑道内における傾斜計を用いた岩盤の変位計測、重力計測及び応力計測（東濃地震科学研究所との研究協力）
- ⑥ 研究坑道内におけるニュートリノ捕捉用原子核乾板の保管（名古屋大学への施設貸与）
- ⑦ 坑内外設備の維持管理、計測設備整備

＜ボーリング孔を用いた地下水の観測＞

地下水の水圧・水質観測	地下水の水圧観測
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 地表(5孔) ◆ 深度200m,300m,400m予備ステージ(各1孔) ◆ 深度300m研究アクセス坑道(2孔) ◆ 深度300mボーリング横坑(換気立坑側5孔) ◆ 深度300m研究アクセス坑道(1孔) ◆ 深度500m研究アクセス北坑道(9孔) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 深度200mボーリング横坑(主立坑側1孔、換気立坑側1孔) ◆ 深度300mボーリング横坑(換気立坑側3孔) ◆ 深度300m研究アクセス坑道(1孔) ◆ 深度500m研究アクセス南坑道(1孔) ◆ 深度500m研究アクセス南坑道(3孔)

【正馬様用地】

- ① 地表からのボーリング孔(2孔)を用いた地下水の水圧・水質観測
- ② 表層水理定数観測（地下水位の観測）

瑞浪超深地層研究所の施設見学会のご案内

瑞浪超深地層研究所では、下記のとおり施設見学会を開催します。

参加をご希望の方は事前申込が必要となりますので、8月20日（月）までに住所、氏名、電話番号を下の連絡先までお知らせください。また、申込み多数の場合は締切り前に受付を終了させていただくこともありまので、ご了承ください。

【日 時】平成30年8月25日（土）9:30～11:10

【内 容】地上設備の見学

【対 象】小学校4年生以上

- ・工事現場での安全の確保のため、小学生の方は4年生以上で保護者同伴でお願いします。
- ・見学場所は工事現場ですので、安全のためスタッフの指示に従ってください
- ・地上設備の見学の際は、安全装備（ヘルメット・安全長靴・軍手）を着用して頂きます。
- ・スカートや裾の広いズボンの類は現場見学の支障となりますので、ご遠慮ください。
- ・見学場所には狭い場所や機器が設置してある所があるため、皮膚の露出の多い服装（半袖・半ズボン等）はお勧めしていません。
- ・飲酒されている方、妊娠中の方、体調がすぐれない方はご遠慮ください。



＜地層研ニュースに関するご意見・ご要望および施設見学会の連絡先＞

【連絡先：東濃地科学センター 総務・共生課 まで】

☎ 0572-66-2244（代表）

☎ 0572-68-7717

✉ tono-ck@jaea.go.jp（ご意見・ご要望）

✉ tono-kengaku@jaea.go.jp（施設見学会）

《東濃地科学センターHP》



「瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定書」 第2条に基づく排水水等の測定結果 (平成30年6月分)

【採取日：排水水、河川水、湧水（平成30年6月7日）】

測定項目	管理目標値	工事排水水	狭間川下流
水素イオン濃度	6.5～8.5	7.1	7.2
浮遊物質	25以下	2	2
カドミウム	0.003以下	0.0003 未満	0.0003 未満
全シアン	検出されないこと※7	ND(0.1 未満)※8	ND(0.1 未満)※8
有機磷化合物	検出されないこと※7	ND(0.1 未満)※8	
有機磷			
鉛	0.01以下	0.005 未満	0.005 未満
六価クロム	0.05以下	0.02 未満	0.02 未満
砒素	0.01以下	0.005 未満	0.005 未満
総水銀	0.0005以下	0.0005 未満	0.0005 未満
アルキル水銀	検出されないこと※7	ND(0.0005 未満)※8	ND(0.0005 未満)※8
PCB	検出されないこと※7	ND(0.0005 未満)※8	ND(0.0005 未満)※8
トリクロロフル	0.01以下	0.001 未満	0.001 未満
テトラクロロフル	0.01以下	0.0005 未満	0.0005 未満
四塩化炭素	0.002以下	0.0002 未満	0.0002 未満
クロロフル(別名塩化二又は塩化三フル)			
ジフル	0.02以下	0.002 未満	0.002 未満
1,2-ジフル	0.004以下	0.0004 未満	0.0004 未満
1,1,1-トリフル	1以下	0.0005 未満	0.0005 未満
1,1,2-トリフル	0.006以下	0.0006 未満	0.0006 未満
1,1-ジフル	0.1以下	0.002 未満	0.002 未満
ビス-1,2-ジフル	0.04以下	0.004 未満	0.004 未満
1,2-ジフル			
1,3-ジフル	0.002以下	0.0002 未満	0.0002 未満
チウラム	0.006以下	0.0006 未満	0.0006 未満
シマジン	0.003以下	0.0003 未満	0.0003 未満
チオベンカルブ	0.02以下	0.002 未満	0.002 未満
ベンゼン	0.01以下	0.001 未満	0.001 未満
セレン	0.01以下	0.002 未満	0.002 未満
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10以下	0.16	0.22
ふっ素	0.8以下	0.51	0.34
ほう素	1以下	0.52	0.32
塩化物イオン			
1,4-ジオキサン	0.05以下	0.005 未満	0.005 未満
アモニア、アモニア化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物		0.16	

- ※1 河川水や湧水は、環境基本法に定められた基準を参考値として自主管理を行っています。また、測定結果については、放流先河川の状況の把握や排水処理設備の運転の参考としています。
- ※2 立坑の湧水の値は、排水処理設備でふっ素・ほう素を除去する前の値です。排水処理後は狭間川へ排水します。
- ※3 狭間川上流は排水水が流れない場所での採水のため、測定値は狭間川そのものの水の値となります。
- ※4 掘削土の溶出量は、土壌汚染対策法に定められた基準を参考値として自主管理を行っています。測定結果の評価については、参考値と比較し参考値を超えないことを確認しています。
- ※5 掘削土の測定は、検定（測定）用の水溶液の中に掘削土を入れて溶け出した物質の量を測定します。この水の中に溶け出した物質の量のことを溶出量といえます。
- ※6 空間放射線線量率は、花木の森散策路の空間放射線線量と比較するため、周辺地域の空間放射線線量（機構が瑞浪・土岐市内の12地点で測定）を参考値としています。また、測定結果の評価については、周辺地域の空間放射線線量と比較し、その最大値を超えないことを確認しています。
- ※7 「検出されないこと」とは、測定項目ごとに定められた検定（測定）方法で測定した結果が当該検定方法の定量限界を下回ることを表します。
- ※8 NDとは測定値が検出できないほど微量か、またはゼロであることを表します。測定結果のカッコ内の数値は検出限界値を表します。

排水水等の塩化物イオン濃度の測定結果(6月)

【採取日：週2回】

(単位：mg/L)

測定場所	狭間川上流	立坑の湧水	工事排水水	明世小学校前取水口
塩化物イオン濃度	1.4～1.8	290～320	290～310	30～120
※()内は月平均の値を示す(有効数字2桁(3桁目は切り捨て))	(1.6)	(290)	(300)	(74)

塩化物イオンについては、「排水基準」や「環境基準」などの法的な規制はありませんが、濃度の高い水を稲作に長期間使用した場合には、稲の発育に影響が出るという研究事例があります。千葉県農業試験場の論文・文献などでは、稲は塩化物イオン濃度が500mg/L以下の水を使用していれば、被害が発生する可能性が少ないことから、「安全基準」として300～500mg/Lが記されています。研究所からの排水水等には天然由来の塩化物イオンが含まれています。狭間川の下流域においては、河川水を稲作に利用していることから、上記の「安全基準」にもとづき、明世小学校取水口における河川水濃度として月平均300mg/L以下を目安に管理しています。なお、月平均300mg/Lを超える、又は超えると予想される場合には直ちに稲作者の方々にお知らせします。また、これが長期間に及ぶと予想される場合は、500mg/Lを超える前までに「専用設備」による処理などの必要対策を講じます。

【単位：mg/L (水素イオン濃度はpH)】

※1 参考値	※2 立坑の湧水	※3 狭間川上流	※4 参考値	※5 掘削土の溶出量(主立坑)	※5 掘削土の溶出量(換気立坑)
—	8.3	7.2			
0.003以下	0.0003 未満	0.0003 未満	0.01以下		
0.01以下	0.005 未満	0.005 未満	0.01以下		
0.05以下	0.02 未満	0.02 未満	0.05以下		
0.01以下	0.005 未満	0.005 未満	0.01以下		
0.0005以下	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005以下		
0.01以下	0.001 未満	0.001 未満	0.03以下		
0.01以下	0.0005 未満	0.0005 未満	0.01以下		
0.002以下	0.0002 未満	0.0002 未満	0.002以下		
0.02以下	0.002 未満	0.002 未満	0.02以下		
0.004以下	0.0004 未満	0.0004 未満	0.004以下		
1以下	0.0005 未満	0.0005 未満	1以下		
0.006以下	0.0006 未満	0.0006 未満	0.006以下		
0.1以下	0.002 未満	0.002 未満	0.1以下		
0.04以下		0.004 未満	0.04以下		
0.04以下	0.004 未満		0.04以下		
0.002以下	0.0002 未満	0.0002 未満	0.002以下		
0.006以下	0.0006 未満	0.0006 未満	0.006以下		
0.003以下	0.0003 未満	0.0003 未満	0.003以下		
0.02以下	0.002 未満	0.002 未満	0.02以下		
0.01以下	0.001 未満	0.001 未満	0.01以下		
0.01以下	0.002 未満	0.002 未満	0.01以下		
10以下	0.088	0.22			
0.8以下	8.1	0.08 未満	0.8以下		
1以下	1.4	0.02 未満	1以下		
—	290				
0.05以下	0.005 未満	0.005 未満	0.05以下		

花木の森散策路における空間放射線線量率	参考値(3月13日～6月12・13日)※6	測定結果(3月13日～6月12日)
	0.06～0.10μSv/h	0.07μSv/h
	周辺地域の空間放射線線量率と同等	3ヶ月の集積空間放射線線量から算出



地下深部は宇宙・深海底に次ぐ第三のフロンティア

地下深部の世界に挑戦!

研究レポート No.11



もぐら博士

坑道建設工事の影響にも耐える 地下環境を回復させた微生物の働き



むらかみ ひろあき
村上 裕晃
結晶質岩地質環境
研究グループ
研究員 博士(理学)
出身地：広島県
専門：地球化学

瑞浪超深地層研究所の深度500mの研究坑道の一部(冠水坑道)を閉鎖し、意図的に坑道を水没させて坑道閉鎖時の地下環境の回復現象を捉える世界初の試験(再冠水試験)において、坑道建設工事により大気と触れて酸化になった地下水が、坑道閉鎖・冠水後に地下深部に生息する微生物の還元作用により坑道建設前の還元的な状態に回復することが確認されました。この研究成果は、日本地球化学会の学会誌「地球化学」に掲載されました。

世界初の試み・坑道を水没させて地下環境の回復能力を調べる

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、地下深部に大規模な坑道群からなる処分施設を建設するため、地下環境への人為的な影響は避けられないと考えられています。特に地下水の酸化還元電位などの化学的性質は、廃棄物を収納する金属容器の状態や放射性物質の移動特性に影響を与える重要なファクターであるため、坑道建設工事によって影響を受けた地下環境の坑道閉鎖後の状態変化を確認する必要があります。

本研究では、坑道閉鎖後の地下環境の状態変化を確認するため、研究所の深度500mの花崗岩中に冠水坑道を建設し、平成28年1月に冠水坑道を閉鎖・冠水させ、その後、約1年9ヶ月の期間、坑道閉鎖後の地下環境(地下水の水圧・水質、岩盤変位)の時間的変化を観測しました(図1)。ここでは、地下水の化学的性質である酸化還元電位の観測結果を紹介いたします。

酸化的な地下水が、坑道閉鎖後、約4ヶ月で坑道建設前の還元的な状態に回復。

観測の結果、坑道建設によって大気に触れて酸素を含んだ酸化的な地下水は、坑道閉鎖後、約3ヶ月で酸化還元電位がマイナスイオン180mV前後になり、坑道建設前の値に戻りました。また、この酸化還元電位の低下と同じタイミングで地下水中の酸素濃度も低下し、約4ヶ月でほとんど無くなりました(図2)。さらに地下水中の微生物の数の急激な増加や硝酸イオン及び硫酸イオンの濃度の低下が観測されました(図3)。このような酸素、硝酸イオン、硫酸イオンの段階的な濃度の減少は、微生物の活動に伴う還元作用に特徴的な現象です。

以上のことから、微生物が地下環境の回復に大きな役割を果たすことが再冠水試験によって明らかになりました。

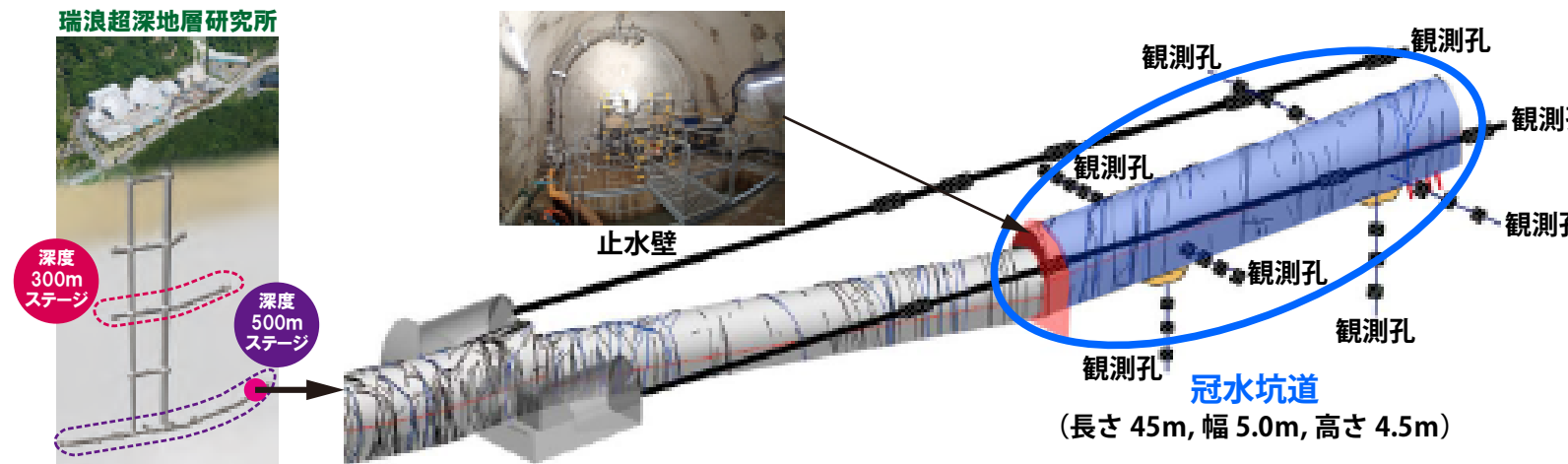


図1 再冠水試験の実施場所と試験レイアウト

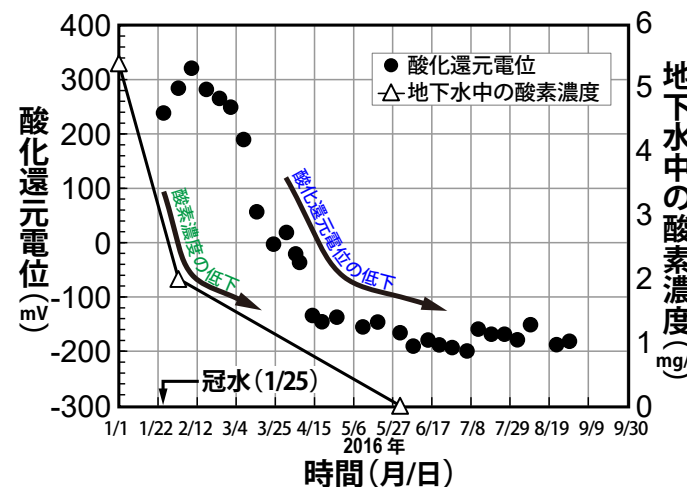


図2 冠水坑道内の地下水の酸化還元電位及び地下水中の酸素濃度の時間的変化

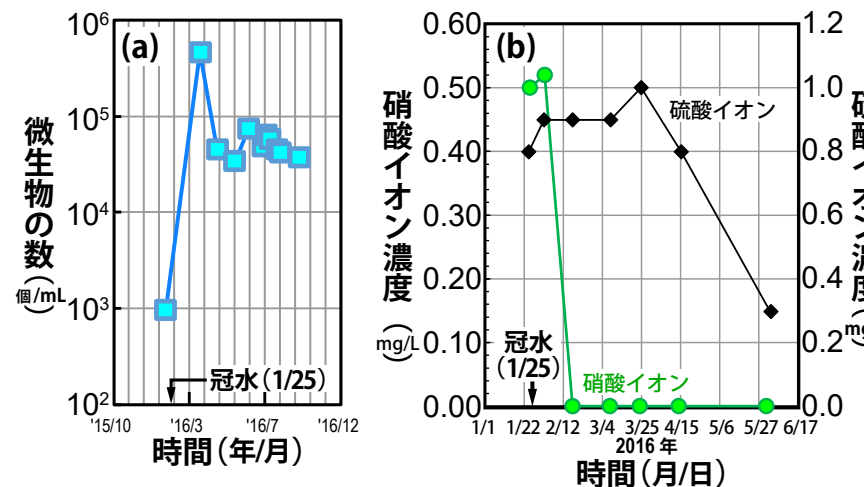


図3 微生物の数(a)及び冠水坑道内の地下水中の硝酸イオン濃度と硫酸イオン濃度(b)の時間的変化