

霧島「大出水の湧水」ROV 調査（第 1 回）

眞部 広紀 **1, 稲川直裕 **2, 稲田優希 **2, 高嶋洋 **3, 平木功明 **2,

ROV Underwater Survey (1st) of “Ohdemizu-Spring” in Kirishima, Kagoshima, Japan

Hiroki MANABE**1, Naohiro INAGAWA**2, Yuuki INADA**2,
Hiroshi TAKASHIMA**3, Noriaki HIRAKI**2,

Key words: Kirishima Volcano, Pyroclastic Flow Deposit, ROV, Underwater Cave

Abstracts

This report introduces ROV survey for Ohdemizu spring in Kirishima Rim region.

1. はじめに

九州南部の霧島山系を取り巻く地域には豊富な降水量により湧水が各地に存在する（図 1）。高専大学連携ネットワーク『洞窟計測探査シミュレーションプログラム』では鹿児島県霧島市横川町の「大出水の湧水」に対して、湧泉水面下の現況把握と 3D モデル化を目的とした水中探査プロジェクトを立ち上げ、第1回のROV調査実験を令和5年（2023年）7月16日に実施した。本稿では ROV 調査の紹介と、湧水基底部の横穴開口部の奥部が水中洞窟である可能性を検討する。

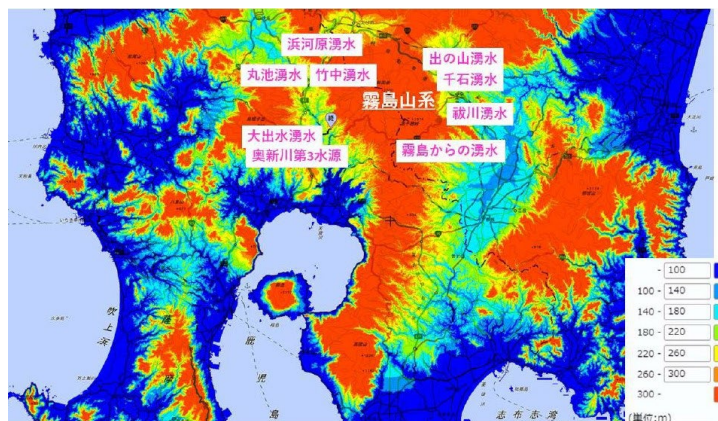


図 1. 霧島の主な湧水（図 1-1¹⁾）

2. 大出水の湧水

「大出水の湧水」は久留味川の左岸に位置し、鹿児島県道 481 号今別府牧園線により駐車場まで自動車のアクセスが可能である（図 2）。駐車場からは、水汲みの手動式ポンプが設置された東屋の脇を抜けて川岸まで階段で降りていき、短い鉄橋の奥に進めば崖下の湧泉水面に到る（図 3）。湧泉から久留味川に流出する水は毎分約 22t の流量があるとされ、抜群の水質により水汲みの来訪者が多い。さらに夏場は観光（撮影）や川遊びに訪れる方々で賑わう人気スポットである（図 4）。



図 2. 「大出水の湧水」の位置（赤紫色矢印の先端）

※ 国土地理院「地理院地図」より抜粋・加筆

* 原稿受付 令和5年9月23日

**1 佐世保工業高等専門学校

**2 日本文理大学

**3 第一工科大学



図 3 駐車場から湧泉までのアプローチ

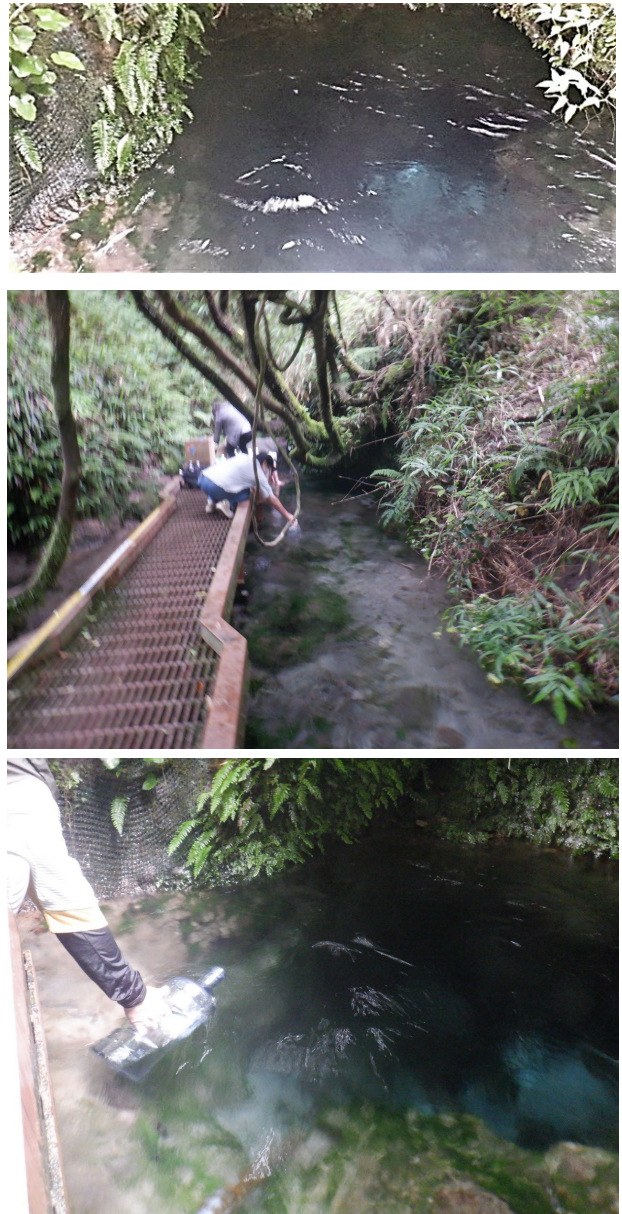


図 4. 湧泉からの水汲み（承諾を得て撮影）

2. 調査

『洞窟計測探査シミュレーションプログラム』は水中洞窟の ROV 探査プロジェクトシリーズを先駆けとして発足した。湧泉型水中洞窟の実績として、「白滝の穴（熊本県五木村）」「岩戸洞洞外湧泉（熊本県球磨村）」「ピキャズ（沖縄県宮古島）」「白水の池（山口県美祢市）」を挙げることができる²⁻⁵⁾。現在も未知の水中洞窟候補地を探索する目的で文献調査を定期的に行っている。「大出水の湧水」に関しては、水中部分について「孔状」を示唆する記載を文献¹⁾の中に見つけた。そこで現地の下見を行うことにした。

2-1. 下見・予備調査

現地の下見・予備調査を 2023 年 6 月に隔週で 2 回実施した。スケールによる実測により、湧泉は約 1m×約 2m の水面をもち水深が約 3m あることが判った(図 5)。さらに箱眼鏡の観察により、水面下の広がり水面と同程度の断面積をもつことを視認することができた。



図 5. スケールによる概測

2-2. ROV 調査

予備調査により「大出水の湧水」水面下の調査意義と価値を確認することができたため、小型軽量 ROV (図 6) を使用した水面下調査プロジェクトを企画し、2023 年 7 月に第 1 回調査実験を実施した(図 7,8,9)。



図 6 使用 ROV (日本文理大学 稲川研究室)



図 7 ROV 調査の準備

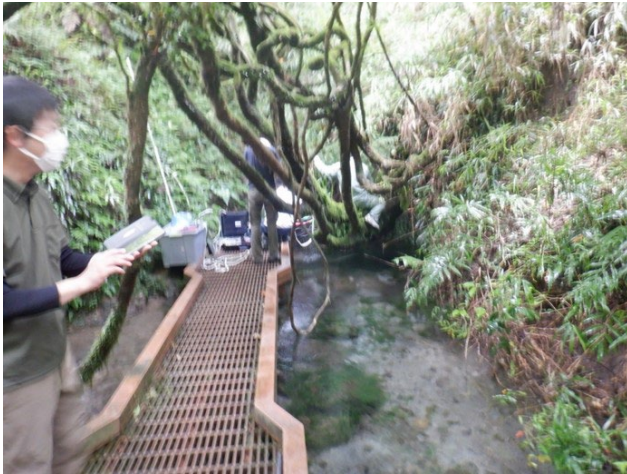


図 8. 調査実験作業



図 9. ROV 操縦システム

※ モニタ画面：基底部の水中横穴

湧泉奥からの強い上昇流に ROV の機体が翻弄され機体の姿勢が安定せず、水中撮影は難航した。その対策として 30 回近くの撮影潜航を試みた（図 11,12,13）。その結果、基底部の横穴開口部から水流が流出してくること、水流の大半は水面を經由して久留味川に流出するが、一部は川側の側壁に吸い込まれていることを確認することができた（図 14）。

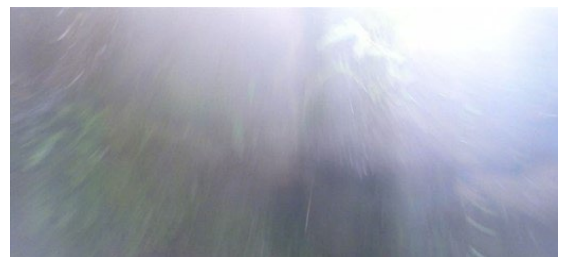
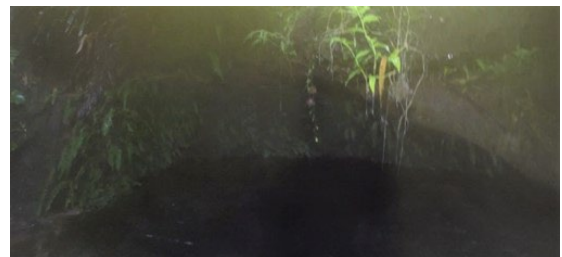


図 10. 水面下投入直後（ROV 搭載カメラ画像）

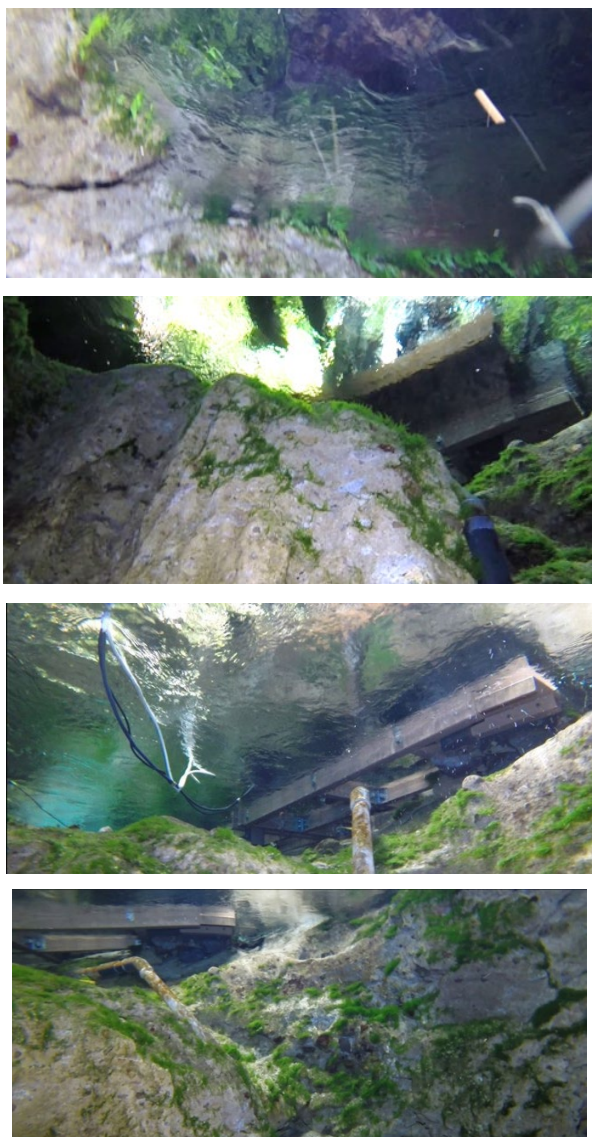


図 11. 潜航降下中 (ROV 搭載カメラ)

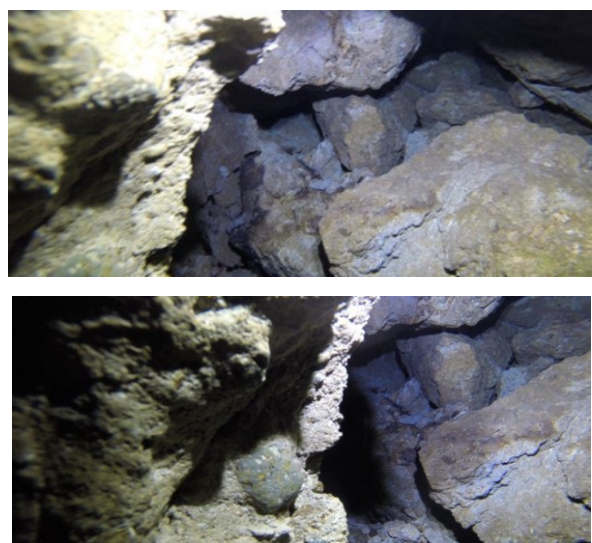


図 12. 川側壁の吸い込み口と推定される凹部
(ROV 搭載カメラ)

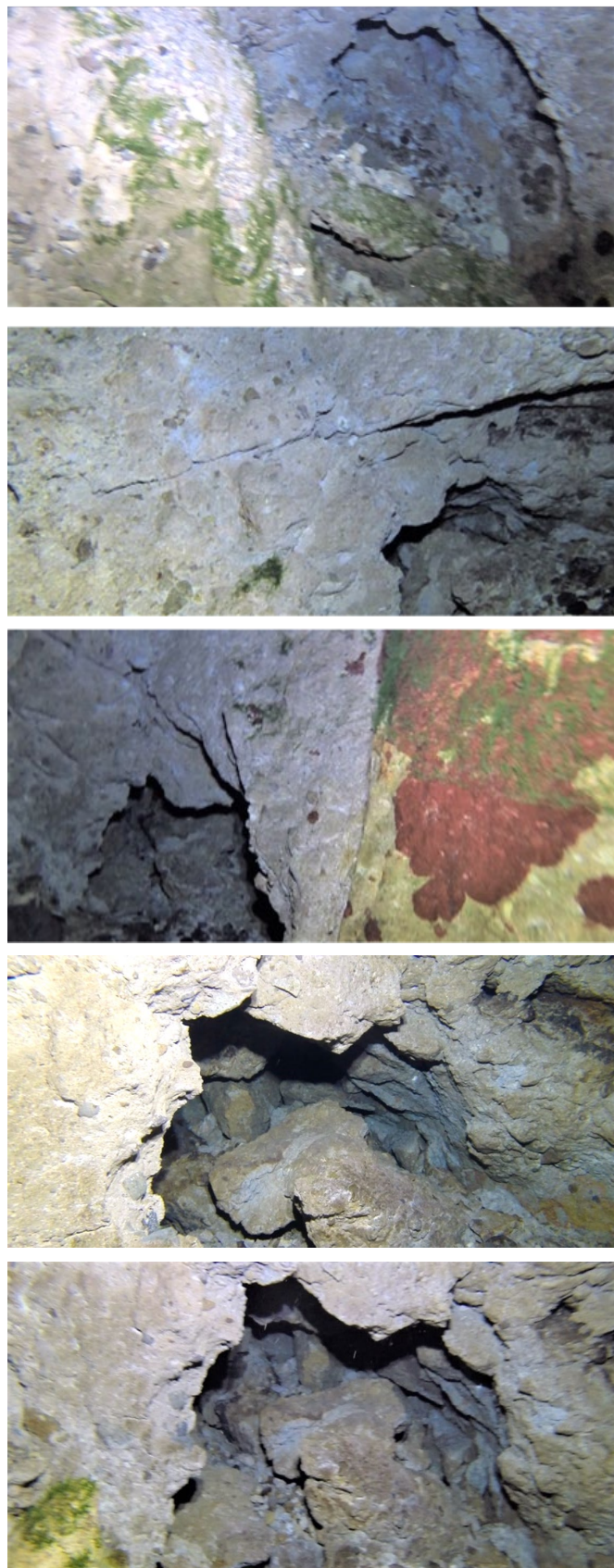


図 13 崖側基底部の湧き出し穴 (ROV 搭載カメラ)

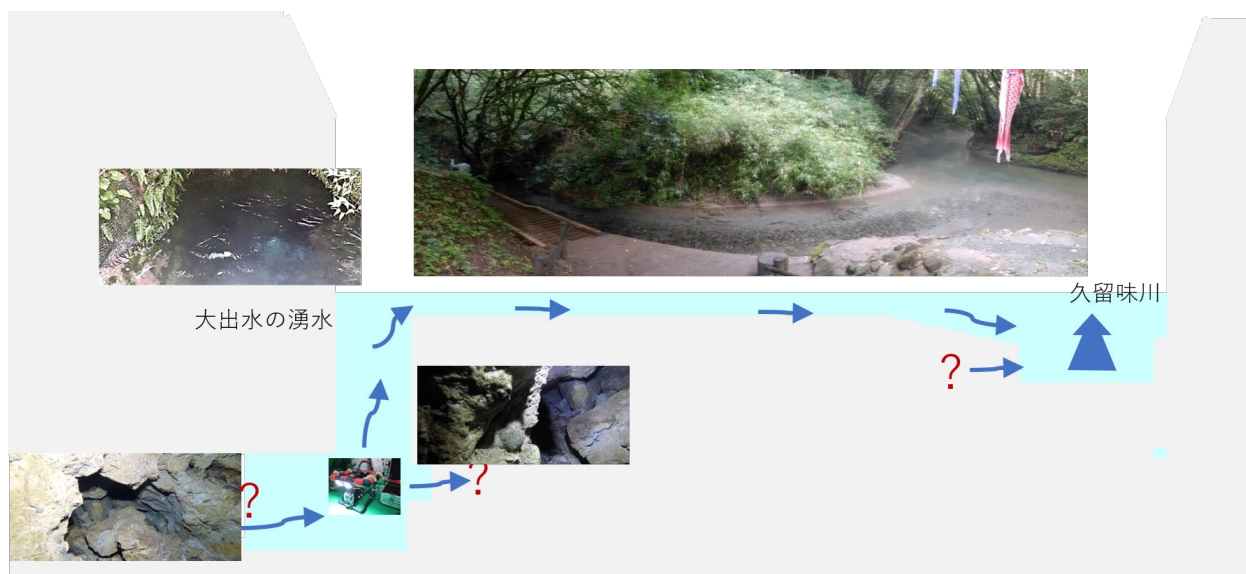


図 14. 「大出水の湧水」水文模式図

3. まとめと課題

今回の第 1 回 ROV 調査では「大出水の湧水」水面下の撮影と概査を最優先ミッションとすることで、水面下かつ地下の形状の概容を把握することができた。しかしながら、強水流により機体姿勢が安定せず、搭載カメラは機体に固定されていたので、壁面と底部の連続撮影が達成できなかったことにより、精密な撮影が要求される写真測量・3D モデル作成は達成できなかった。逆の見方をすれば、透視度が極めて大きい「大出水の湧水」（図 11~13）の壁面から底部を途切れることなく撮影できれば、大気中の撮影画像を使用した写真測量処理のように、水面下の地下形状を精密に 3 次元モデル化できる。ROV の水中姿勢の安定が第 2 回調査の鍵になる。

「大出水の湧水」の地形・地質・水文に関する背景の議論は別稿に譲る。

4. 展開

霧島山系山麓東側の「霧島からの湧水」（図 1）の南、鹿児島県曾於市財部の「溝ノ口洞穴」（一般公開部分）について、『洞窟計測探査シミュレーションプログラム』は UGV に搭載したレーザスキャナにより洞窟の形状を計測して、3 次元モデル化する調査実験を実施している（図 15）⁶⁾。また、湧泉周辺の地形をドローンによる SfM/MVS 写真測量撮影により、3 次元モデル化した実績もある⁵⁾。

今後は、霧島山麓地域（環霧島エリア）の湧水・洞窟と周辺地形の 3 次元モデル化を通底テーマとして、総合的な学術プロジェクトに組み上げていく。

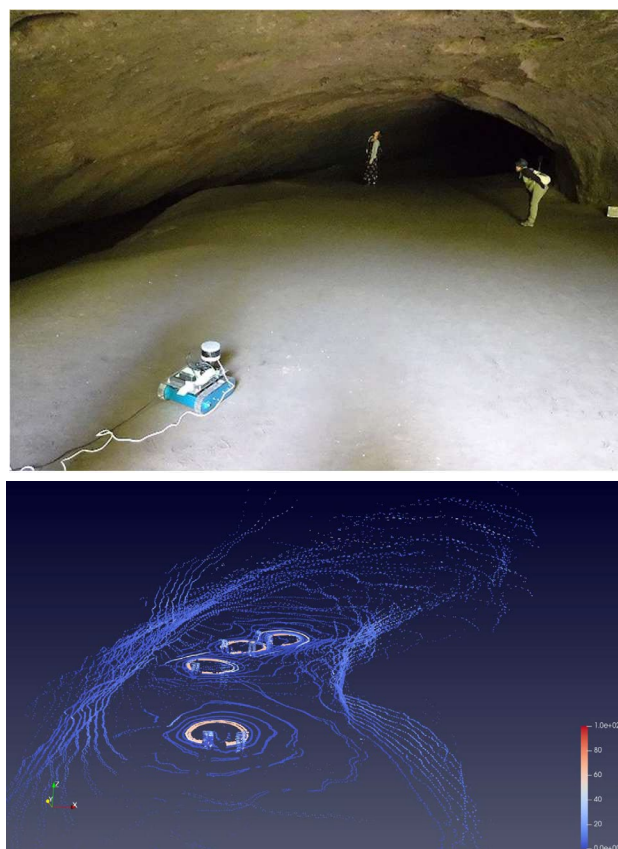


図 15. 「溝ノ口洞穴」の UGV 調査と 3D 点群モデル

参考文献

- 1) 高嶋洋,
令和 4 年度霧島ジオパーク学術研究支援補助金
**環霧島地域における湧水の持続可能性に係る研究
研究報告書**
2) 真部広紀, 浦田健作, 長嶋豊, 山口卓哉, 山口拓朗,
木村昌生, 滝川大介,
**白滝の穴水中洞窟における探査ロボットと
サーベイスシステムの実証実験**
佐世保工業高等専門学校研究報告第 47 号
pp39-44, 2011 年 1 月
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000820/>
- 3) 真部広紀, 長嶋豊, 浦田健作, 染谷孝, 須田淳一郎,
山口卓哉, 山口拓朗, 浅田優紀, 川田駿也,
**岩戸洞水中洞窟におけるロボット探査と
球磨カルストの水文地質予備調査**
佐世保工業高等専門学校研究報告第 48 号
pp33-44, 2011 年 12 月
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000830/>
- 4) 真部広紀, 長嶋豊, 浦田健作,
山本祐二, 近藤正義, 岡本涉,
**宮古諸島下地島の西沿岸域における
アンキアライン陥没ドリーネ群の予備調査**
佐世保工業高等専門学校研究報告第 53 号
pp5-13, 2017 年 1 月
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000843/>
- 5) 真部広紀, 稲川直裕, 鶴野瑞穂, 中村勇仁, 須小透河,
村上崇史, 岡本渉, 堀江潔, 大浦龍二,
**白水の池の穴水中洞窟における ROV 探査と
周辺地形のドローン写真測量の予備実験**
佐世保工業高等専門学校研究報告第 56 号
pp115-123, 2020 年 1 月
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000879/>
- 6) 真部広紀, 前田貴信,
**溝ノ口洞穴におけるレーザー計測と
ロボット探査の予備実験**
佐世保工業高等専門学校研究報告第 54 号
pp15-20, 2018 年 1 月
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000849/>

【Appendix.(Summary)】

The "Ohdemizu Spring" is located in Yokogawa-cho, Kirishima City, Kagoshima Prefecture, and is situated under a cliff on the left bank of the Kurumi River. It is a spring with a water surface of approximately 1 m x 2 m, and the water flowing into Kurumi River is said to have a flow rate of approximately 22 tons per minute. The depth of the water was measured to be about 3 m by using a scale, and a preliminary inspection under the water surface using box glasses confirmed that the spatial area under the water surface has the same cross-sectional area as that of the water surface. This research group launched a research project (items include underwater reconnaissance (understanding and photographing the current state of the underwater environment), 3D surveying, and 3D modeling and archiving) to understand the current situation under the surface of the "Ohdemizu Spring" spring water, and conducted the first research experiment on July 16, 2023. The first survey experiment was conducted on July 16, 2023. The ROV was tossed around by the rising water current, making it difficult to maintain a stable posture and take underwater photographs. However, we were able to confirm that the water flowed out of an opening that looked like a side hole in the base cliff direction, and that most of the water flowed into the Kurumi River via the water surface, but some flowed into the side wall of the river .(fig.A).



fig. A