

# 富士山坑道の微動調査\*

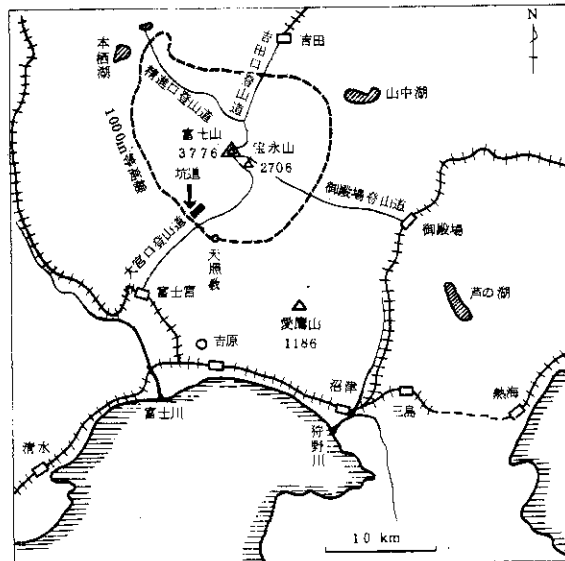
高橋末雄\*\*・高橋 博\*\*・熊谷貞治<sup>+</sup>・田中康裕<sup>‡</sup>

## 1. ま え が き

静岡県富士宮市大宮口登山道一合目付近に、富士山の坑道がある。これは毎日数千  $m^3$  の用水を得るために、昭和34年10月より昭和38年12月にかけて、富士総合開発株式会社によって掘削されたものであるが、期待された水は得られなかった。しかし、この坑道は、地綫観測等に利用できるかもしれないので、その予備調査として、この坑道で常時微動の観測を行なった。ここにはその調査結果を報告する。

## 2. 富士山坑道の概要

この坑道付近の地図を第1図に示す。



第1図 富士山坑道位置図

\* M. Takahashi, H. Takahashi, T. Kumagai and Y. Tanaka:  
Microtremors in a Gallery of Mt. Fuji.

\*\*国立防災科学技術センター第2研究部地震防災研究室

+ 国立防災科学技術センター第2研究部地表変動防災研究室

‡ 気象庁観測部地震課

坑道の所在地、構造等の摘要を次に列挙しておこう。

地 名 静岡県富士宮市カケスバタ  
 標 高 1,040 m (坑口)  
 方 向 入口から北54°東へ一直線  
 傾 斜 1,000分の3、奥に向かうにつれて上りこう配  
 長 さ 本坑2,017 m (側坑3本、延べ720 m)  
 坑口の断面 幅1.8 m、高さ1.8 m  
 交 通 山腹の標高約1,000 m付近を取り巻く北山林道より50 mほど山頂側にはいったところに坑道がある。富士宮登山道から北山林道をへて坑口まで、トラックを利用できる。

この坑道を造るにあたって、会社側によって今日までに行なわれた調査の結果は第1表のとおりである。

第1表 富士山坑道について行なわれた調査

年 月	種 類	場 所	調査目的	成 果 そ の 他
昭和 31.8	弾性波探査	天照教社台地	地下構造	古富士爆裂口あとを発見
32.5~6	電気探査		"	垂直法
	"	水ヶ塚(わき水)付近 (富士宮登山道2合目)	地下水調査	垂直法
33.1.1 ~12	試錐および 電気検層	"	"	深度 40 m
	揚水試験	"	"	6 m <sup>3</sup> day <sup>-1</sup> 連続3日間
33.8 34.4~5 34.10~ 38.1.2	弾性波探査 横坑試験	白塚-檜塚付近 (坑道奥部の直上付近) カケスバタ	地下構造 地下水採取	測線延長18km 古富士化石谷発見 この化石谷に対して横穴の試験を決定
37.2~3	坑内地質調査	坑内全般	地質調査	層序決定、地質図作成、調査者：東大教授 津屋弘達および三井金属鉱山技師 荒川具 桑原寛、計2班 3名
	坑内試錐および 電気検層	坑口より1,333mの地点	地質構造および地下水	深度 100 m (垂直)
	坑内水観測	坑内	わき水量調査	わき水箇所をはあく。わき水量は例年 6月下旬~7月上旬より一気に増し、10 月中旬から減水することがわかった。

なお今回の調査に先立ち昭和40年3月28～31日に、坑内の岩盤の崩壊に対する安全性、微動観測点の選定、気温等について調査を行なった。その時の調査担当者は次の4名である。

国立防災科学技術センター

地震防災研究室	高橋	博
同	高橋	末雄
風水害防災研究室	飯島	弘
総務課	小柴	則隆

### 3. 微動観測

#### 3.1 観測日時

昭和40年4月20日8時50分～15時30分。当日の天気：小雨のち曇。

#### 3.2 観測者

高橋 博・高橋末雄・熊谷貞治・田中康裕

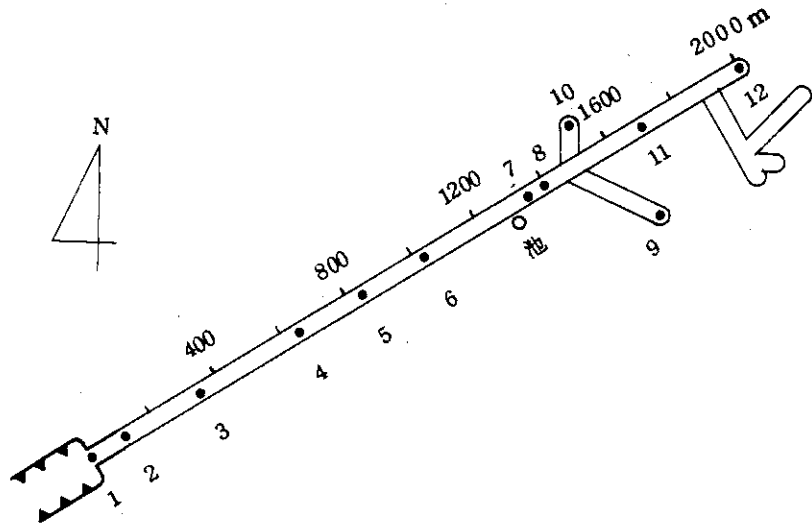
#### 3.3 使用地震計

ピ ッ ク	保坂製の動コイル型上下動変換器
	固有周期 ( $T_1$ ) : 1.5 sec
	減衰定数 ( $h_1$ ) : 1.0
検流計	三栄製検流計、G-30 A
	固有周期 ( $T_2$ ) : 30 %
	減衰定数 ( $h_2$ ) : 0.2
記録装置	三栄製電磁オシログラフ、 100-A型
紙送りの速さ	30 mm/sec
刻 時	1/10 sec ごと
電 源	蓄電池、直流電圧 12 V
倍 率	10万倍以上(30 %にて)

#### 3.4 観測点

観測は坑内に選んだ12点で行なった。観測点の位置を第2図に示す。各点の坑口からの距離および付近の状況は第2表のとおりである。観測点としては、付近の地盤が比較的によいと思われるところで、ぬかったりしていない地点を選んだ。(ぬかっているところは、ほとんどなかった。)

観測時間は各地点とも1分間ずつであり、記録には0.1秒ごとのタイムマークが入れてある。この

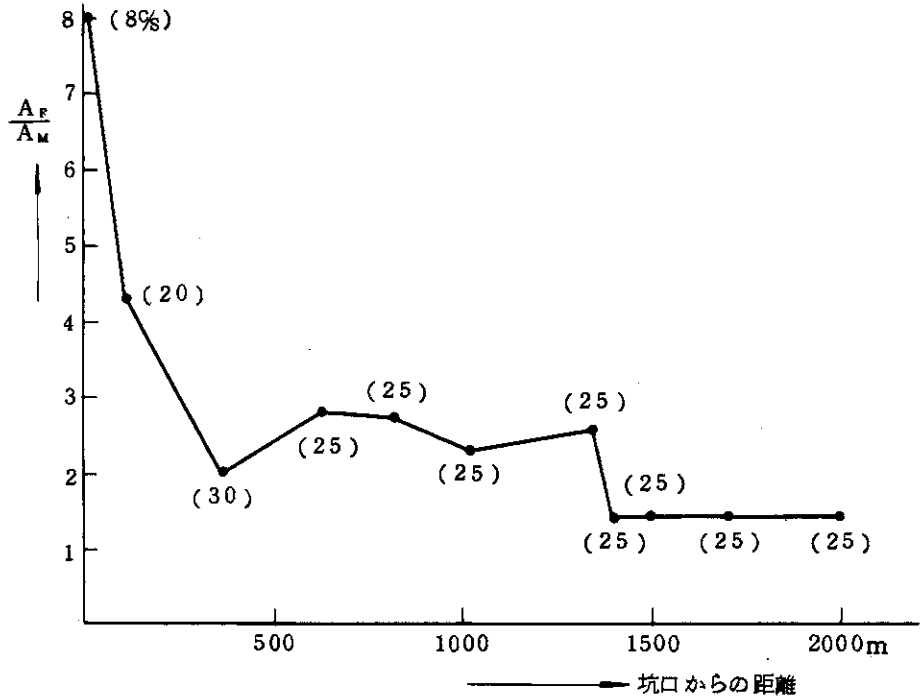


第2図 坑道内の観測点位置図

第2表 坑道内各観測点付近の状況

観測点	坑口よりの距離	坑道状況	岩質その他
観 1	3m	両側および天井コンクリート巻立て	覆土数m
2	106	素掘り、支柱は崩壊除去	薄い溶岩・角レキ集塊岩層をはさむ。前後支柱の崩壊多し。
3	360	"	溶岩。ガス穴、割れ目多し。この近辺ではもつともち密な岩質である。角レキ集塊岩をはさむ。近辺支柱崩壊多し。
4	640	"	角レキ集塊岩に多孔質溶岩をはさむ。
5	830	"	前後支柱崩壊多し。
6	1,050	"	多孔質溶岩、上下両盤角レキ集塊岩、前後支柱崩壊多し。
7	1,350	"	角レキ集塊岩に溶岩の薄層をはさむ。
8	1,400	"	1,050~1,200 mの区間は火山性砕セツ物によるたい積岩である。
9	1,500よりSE方向の側坑最奥部	"	溶岩、ガス穴あり。堅いが割れ目多し。
10	1,500よりNW方向の側坑最奥部	"	1,200 mより奥は岩質は堅くなっている。
11	1,700	"	1,333 mの所に坑内ボーリングのため、坑道わきに4.30×2.45×3~4 m(高さ)の素掘りの掘込みあり。
12	2,000	"	溶岩。堅い。割れ目、ガス穴あり。この近辺の溶岩は非常に厚い。

ようにして得られた記録振幅と、長野県松代にある気象庁地震観測所において、同じ地震計によって得られた記録振幅とを比較したが、その結果が第3図である。この図の縦軸には、富士山坑道の微動



第3図 富士山坑道の常時微動の振幅 ( $A_F$ ) と松代の振幅 ( $A_M$ ) との比。括弧内の数値は最大振幅の周波数を示す。

振幅と松代のその比をとってある。たとえば、8 というのは、富士山坑道の方が松代の8倍の振幅のあることを示す。横軸は坑口からの距離である。

松代を選んだ理由は、この富士山坑道を地震観測用に活用する場合に設置が予定されている世界標準地震計(建築研究所所有)が松代にも、昭和40年7月ごろ設置されることになっており、この地震計とだいたい同じ性能を有するペニオフ地震計による良好な記録を得ている坑道があったからである。

### 3.5 観測結果

第3図を見ると坑口付近は、松代の8倍となっており、地震計設置には不適當である。設置される地震計の記録方式、倍率などから考えて、2~3倍以下が望ましいと思われるので、360mは、この付近では特に岩質のよい所を選んで観測したのであるが、これより奥であれば、まずさしつかえないと考えられる。

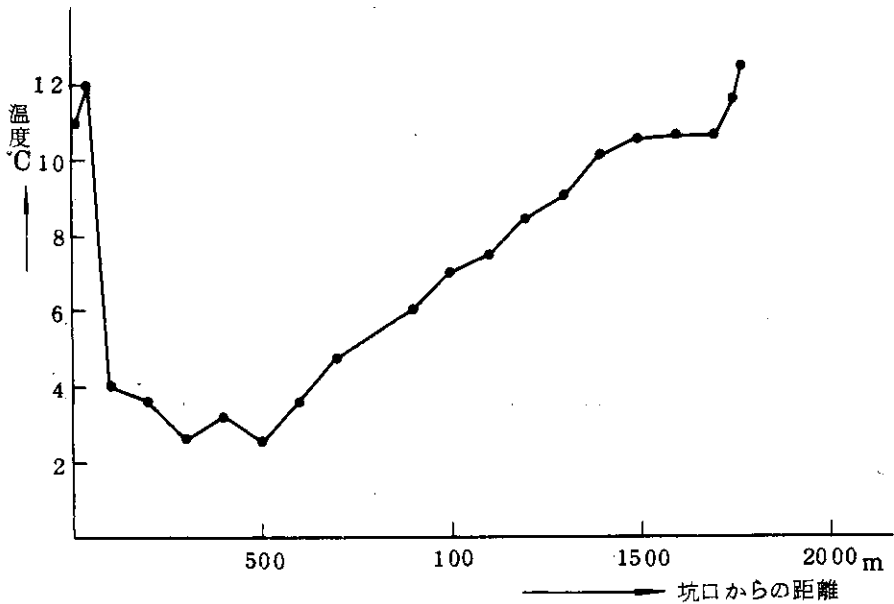
微動振幅の点からは、1,400mより奥はだいたい一様で、松代と大差はない。

1,350 mの点は若干大きい、ここにはわずかながらわき水があるので、この関係かとも考えられる。

周期の点から見ると、坑口および100 m付近では0.2秒ないし0.3秒ぐらいのものがあるが、その他は15%以上のものがでており、観測の面からはさしつかえないと考えられる。

#### 4. 気温観測

坑道の気温観測結果は第4図に示すとおりである。入口の気温は、13時11°Cであったが、16時には8°Cとなっていた。100 mから500 mまでは寒く、各所でツララもみられるが、500 m



第4図 富士山坑道の坑口からの距離による温度変化

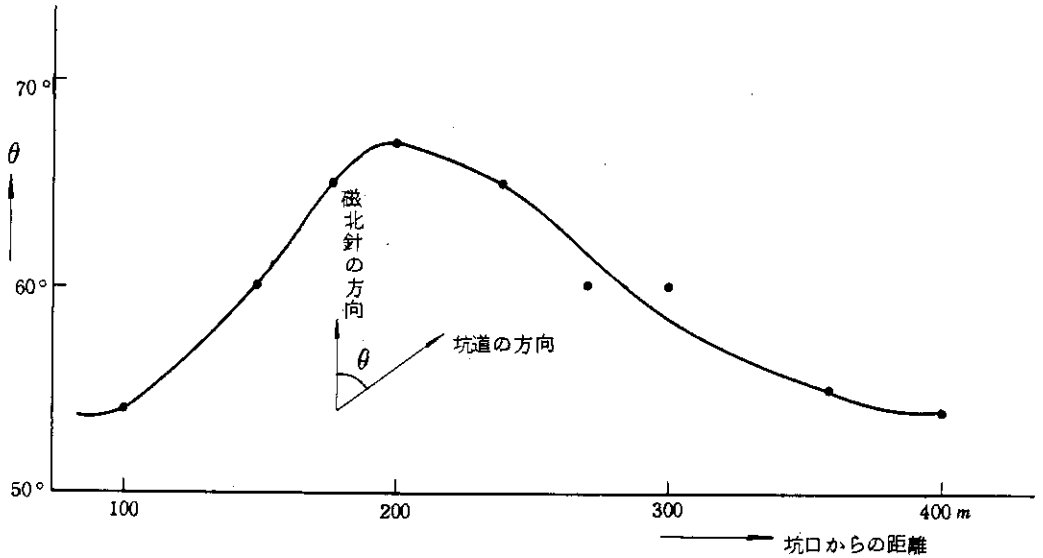
注 入坑の時(13時)入口で 11°C  
出坑の時(16時)入口で 8°C

以後はだいたい一様に100 mに対し0.7°C程度の温度こう配がある。風速については、はっきりした資料はないが、700 mぐらいでも、わずかに風が吹いているのがわかる程度である。

#### 5. 磁北の観測

坑口より200 m付近で磁北が変化することを、会社から聞いていたので、クリノメーターにより磁北の変化を観測した。100 mから400 mの間での結果は第5図のとおりである。

坑口より200 mの所で変化が最大となり、坑口付近との差は13°程度となり、磁針が西方向にか



第5図 100 mから400 mまでの距離におけるクリノメーターによる磁北針の変化

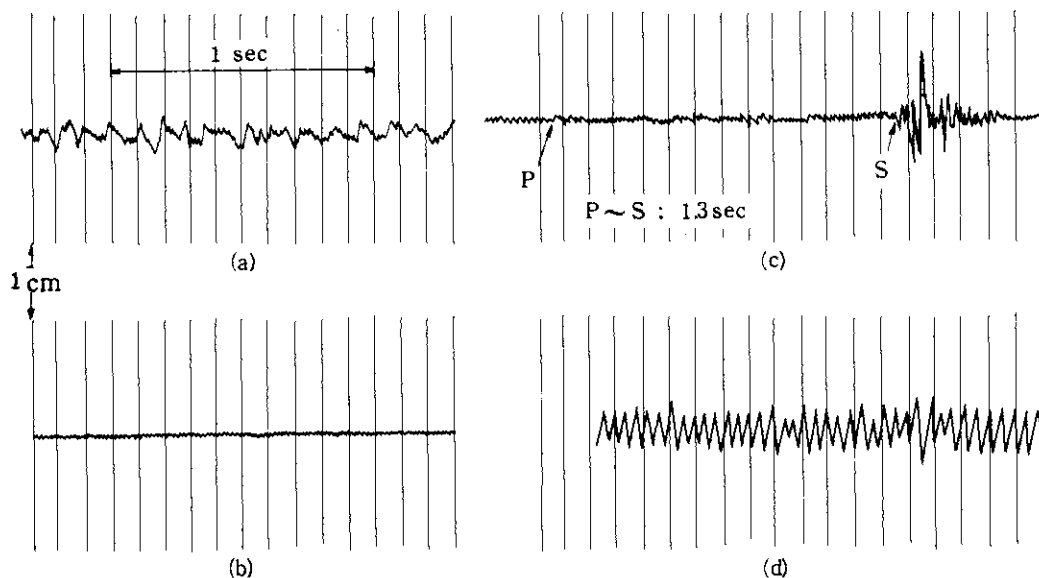
たよる。古磁気との関係と思われるが、はっきりしたことはわからない。

#### 6. 最奥点における空気分析

古富士凝灰岩より炭化木が産出された記録があり、保安上の必要から空気の組成の調査を行なった。坑内通気は、1,750 mより奥 — 古富士凝灰岩層にはいると急激に悪くなるので、坑口より2,000 mの地点で行なった。メタン計による測定によってはCO<sub>2</sub>およびメタンは器差の範囲内で0%であった。また、カセイソーダ・ピロガロール法によって空気ちゅうの酸素の量を測定したところ、空気ちゅう約20%となり、酸素欠乏になってはいないことが明らかになった。

#### 7. む す び

- (1) 地震計の設置点として、富士山坑道で最適と考えられるのは、1,400 mより奥である。
- (2) 360 m付近に微動の小さい地点があるが、気温の点では最低であって、湿度の心配があり、坑木のカビの発生も激しいようである。しかし設置に不適當というほどではない。ただし、この付近は岩質の変化が激しいから、もし観測室を掘って造る場合には、付近のくわしい微動等の観測を行なう必要があると考えられる。
- (3) 総計12分間の記録が得られたのであるが、この間に局発地震らしいものが2~3回記録され



第6図 富士山坑道の常時微動記録（原寸大）  
 (a) 坑内入口より3 m、(b) 坑内 1,400 m、  
 (c) 観測ちゅうに記録された微小地震記録、  
 (d) 坑外地表

た。このうち1回は初期微動継続時間が1.3秒ぐらいと思われ、震央距離は約8~10 kmとなるので、かような地震が常に多くなると世界標準地震計の設置には一考の余地がある。したがって少なくとも半月程度高倍率地震計による局発微小地震の連続観測を行なう必要があると思われる。

- (4) 地震計以外に、磁力計の設置の案もあるが、そのためには、坑内外の溶岩の磁気調査を行なっておくことがのぞましいと考えられる。
- (5) 4月上旬、国土地理院により坑内で、ジオシメーター検定のための測定が行なわれたが、坑内気流および霧の発生等のため結果はよくなかった。
- (6) なお、坑内のわき水は豊水期を直接調査していないが、地球物理的調査観測にはさしつかえない程度である。

終わりにあたり、この観測について直接協力された気象庁観測部地震課および松代の地震観測所のかたがた、ならびにいろいろと便宜を与えられた静岡県吉原市役所、富士総合開発株式会社の関係者に厚く御礼申し上げます。

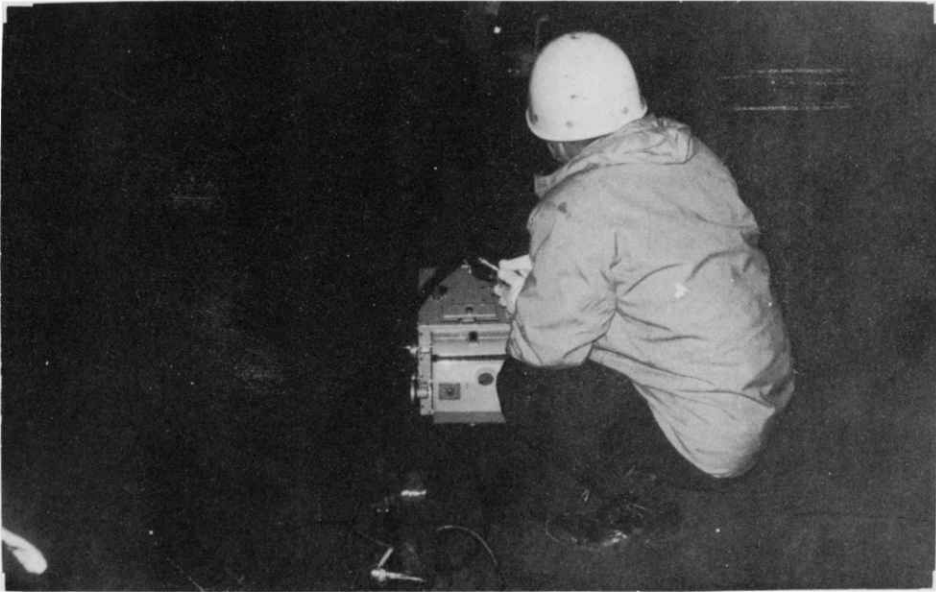




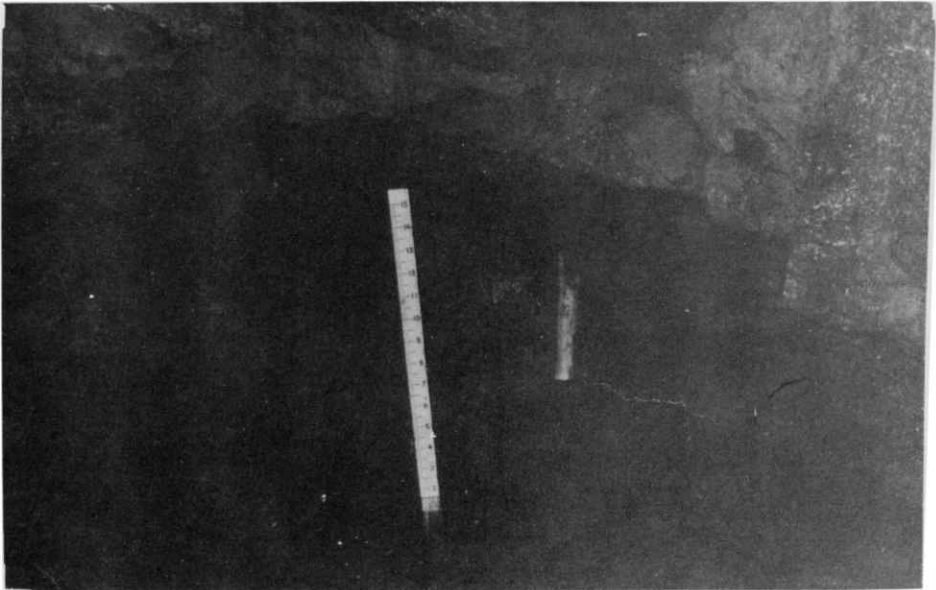
坑道入口。入口から100 mだけコンクリート巻の施工済みであるが、高さが1 m50cmなので歩行しにくい。水は全くない。



坑口から400 m付近の坑木に発生しているカビ。色は白またはごくうすい黄色で、綿アメといった感じである。



奥から地震計、記録装置、蓄電池



坑口から1,350 mのところ5 m×7 mぐらいの池がある。深いところで14 cm の水深があり、水質は良好であるという。