

---

# 平和創造の森公園ガマ基礎調査業務委託（H29）

## 報告書概要版

平成30年3月28日

---

## 1. 業務概要

### 1.1. 業務名

平和創造の森公園ガンマ基礎調査業務委託（H29）

### 1.2. 業務目的

本業務は、マヤーガンマ（壕）内部の調査により危険個所の抽出を行うとともに、壕内部の状況について考察し、今後の対策について計画策定を行うものである。

### 1.3. 業務対象地

沖縄県糸満市山城 平和創造の森公園内

### 1.4. 契約日

平成30年1月4日

### 1.5. 履行期間

自) 平成30年1月4日

至) 平成30年3月30日

## 1.6. 業務項目及び数量

本業務の項目及び数量を表 1-1 に示す。

表 1-1 本業務の項目及び実施数量

項目		数量	単位	備考
測量調査	計画準備	1	式	
	評定点測量	6	点	
	レーザー測量	1	式	
	データ合成・解析	1	式	
	図面作成	1	式	測量成果図、縦横断面図、平面図等
内部調査点検	計画準備	1	式	
	内部観察・危険箇所抽出・解析・工法の検討	1	式	
	今後のガンマの保安全管理方法についての提言	1	式	
	報告書作成	1	式	3部
	打合せ	2	回	

## 1.7. 調査位置図

本業務の調査位置図を図 1-1 に示す。



図 1-1 調査位置図

## 2. 測量調査

### 2.1. 調査方針

#### 2.1.1. 使用機器

マヤーガマにおける洞窟内形状の把握、土被り厚の把握、内部調査点検に必要な基礎図面の作成を目的とし、洞窟内において3次元レーザースキャナ測量を実施した。本業務では図 2-1 に示す3次元レーザースキャナ Leica ScanStation C5 (Leica 社製) を使用した。Leica ScanStation C5 は、高速かつ高精度にスキャニングすることが可能なうえ、ユーザーインターフェースが直観的で操作が容易に行える特徴がある。なお、評定点測量は通常の測量機を用いての水準測量を実施した。



図 2-1 Leica ScanStation C5 外観

表 2-1 Leica ScanStation C5 概要

性能 (単発測定精度)	
座標	6mm
距離	4mm
角度 (水平/鉛直)	60 $\mu$ rad/60 $\mu$ rad
レーザースキャニングシステム	
レーザータイプ	パルス方式半導体レーザー
レーザー波長	532nm 可視光 (緑)
測定範囲	
水平	最大 360°
鉛直	最大 270°

得られた測量データ (点群データ) は 3D 点群処理ソフト TREND-POINT および TREND-ONE を用いて分かり易く取り纏め、縦横断面図等図面を素早く取り扱うことができるよう工夫した。

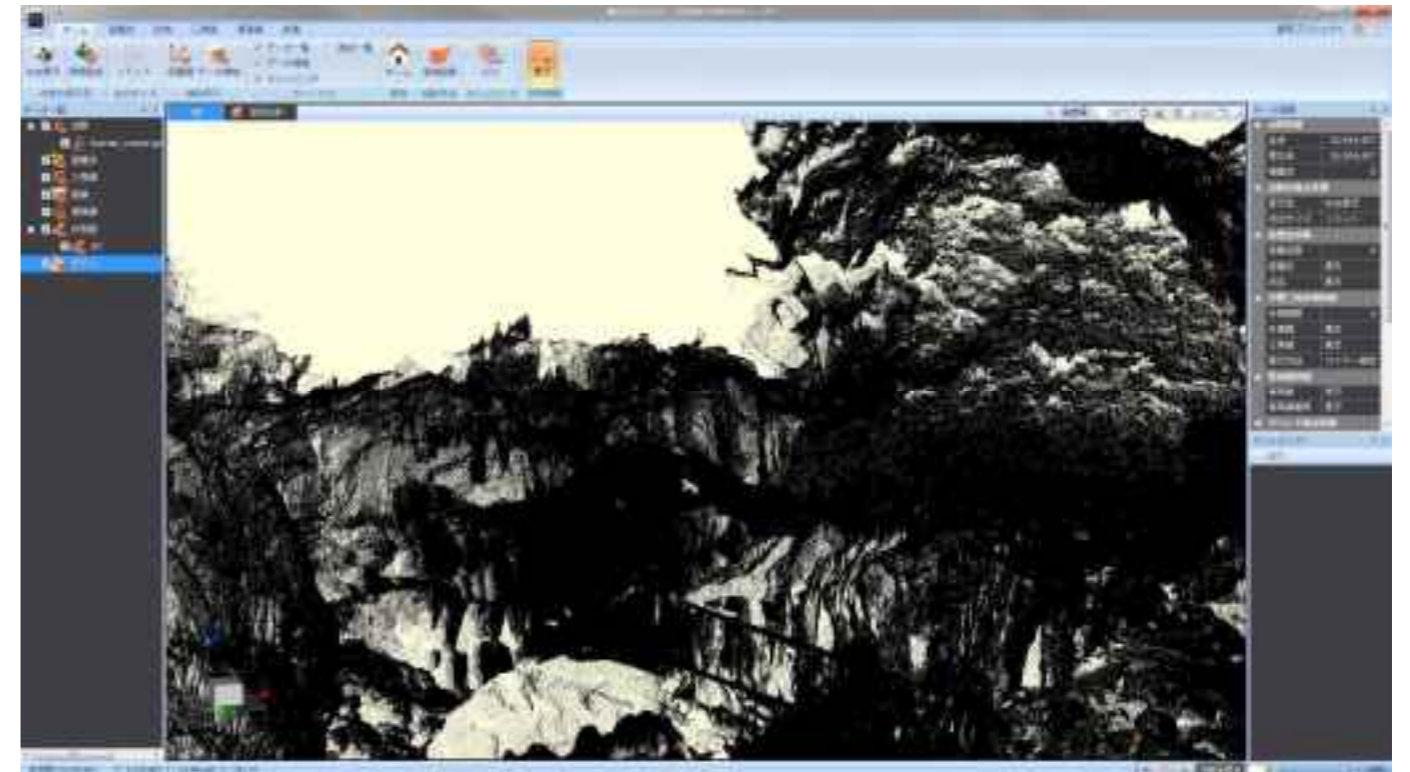


図 2-2 TREND-POINT 操作画面

## 2.1.2. 3次元レーザースキャナ測量調査の流れ

以下に3次元レーザースキャナ測量調査の流れを示す。

### (1) 機器の設置

3次元レーザースキャナは機械を設置した周囲(概ね360°)の地形状況や構造物状況をスキャンする。地形が平坦でレーザを遮る構造物等が無い場合、少ない数での測量で問題はないが、本業務では複雑に入り組む鍾乳洞内をスキャンするため、機械の設置位置をずらしながら複数回の測量を実施する。複数回の測量を実施するにあたり、後に測量結果を繋ぎ合わせ一つの図面とする作業が生じる。このため、複数回の測量は、測量範囲を多少ラップさせ、ラップさせる範囲に「ターゲット」(図2-3)と呼ばれる座標確認ポイントを設け、繋ぎ合わせる作業の位置確認地点とする。



図 2-3 ターゲット (左: 大型のターゲット、右: コンパクトなターゲット)

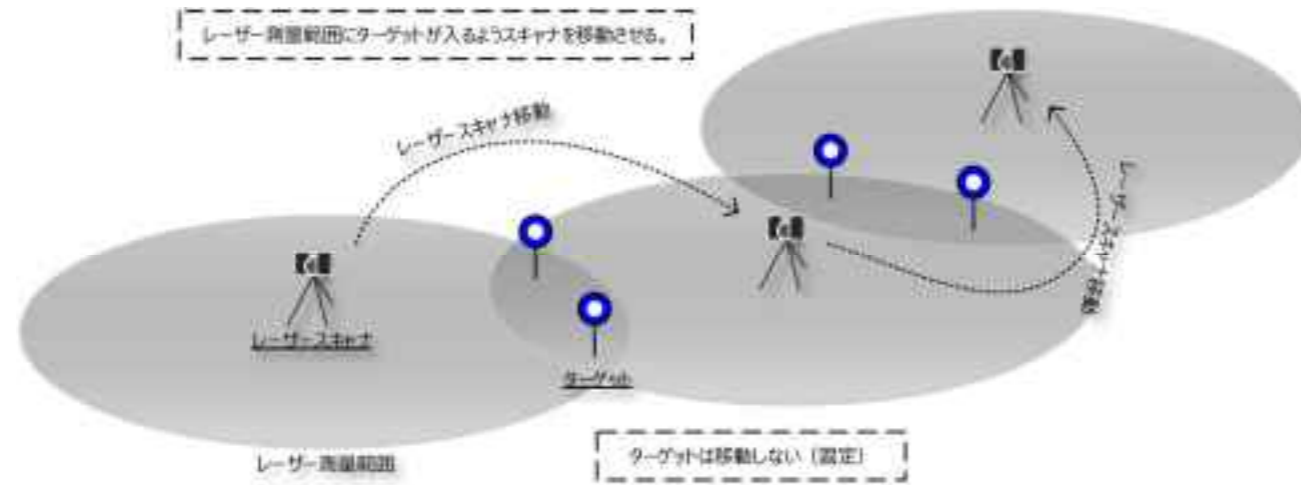


図 2-4 機器 (レーザースキャナおよびターゲット) 設置模式図

### (2) 測量の実施

測量地点に据え付けられた3次元レーザースキャナはオートでレーザ測量を開始する。スキャン時間はおよそ10分程度である。レーザ測量中、作業員はレーザに照射されないよう機械の死角で待機する。鍾乳洞の内部は真っ暗なため、投光器を用いてターゲットの位置等を視認し易くする。



図 2-5 測量作業風景

(3) 精度管理（評定点測量、ターゲット測量）

3次元レーザースキャナ測量成果の精度管理の一環として評定点測量およびターゲット測量を実施する。評定点測量は、鍾乳洞の入口から設置した評定点（図 2-6）の測量を実施していき、評定点の位置情報を取得するものである。ターゲット測量は、評定点測量で設置された評定点を基準とし、ターゲットの位置情報を取得する。これら取得位置情報と 3次元レーザースキャナ結果を照合させることにより精度の管理を実施する。



図 2-6 評定点測量およびターゲット測量風景

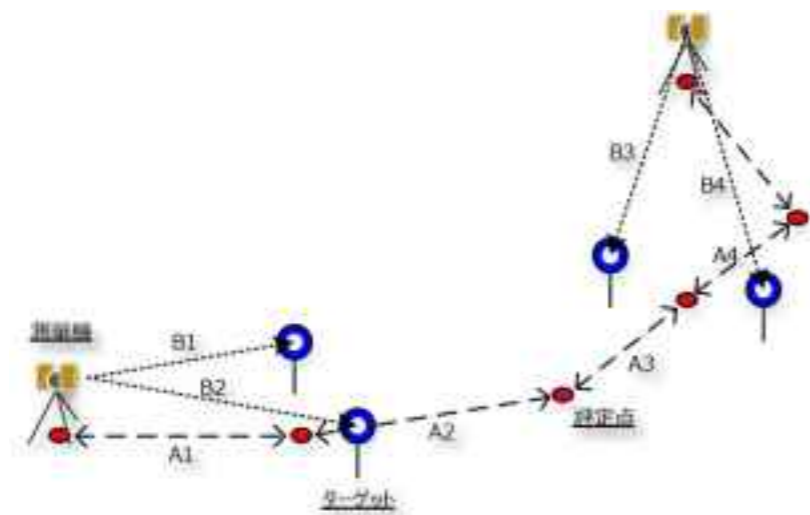


図 2-7 精度管理模式図

2.2. 調査結果

3次元レーザースキャナ測量の実施概要を表 2-2 に示す。3次元レーザースキャナ測量の実施に向け、現場下見調査（照明の確認、評定点の設置、レーザースキャナ据え付け位置のおよその把握）を実施した。また、3次元レーザースキャナ測量を実施した際、併せて地表部の平板測量も実施した。次項以降に 3次元レーザースキャナ測量結果を基に描画した図を示す。

表 2-2 測量調査実施概要

項目	実施日	備考
現場下見調査	1/16、1/23、2/8、2/15	評定点の設置、照明の確認 等
3次元レーザースキャナ測量	2/16	
評定点測量	2/16	
地表部の平板測量	2/16	

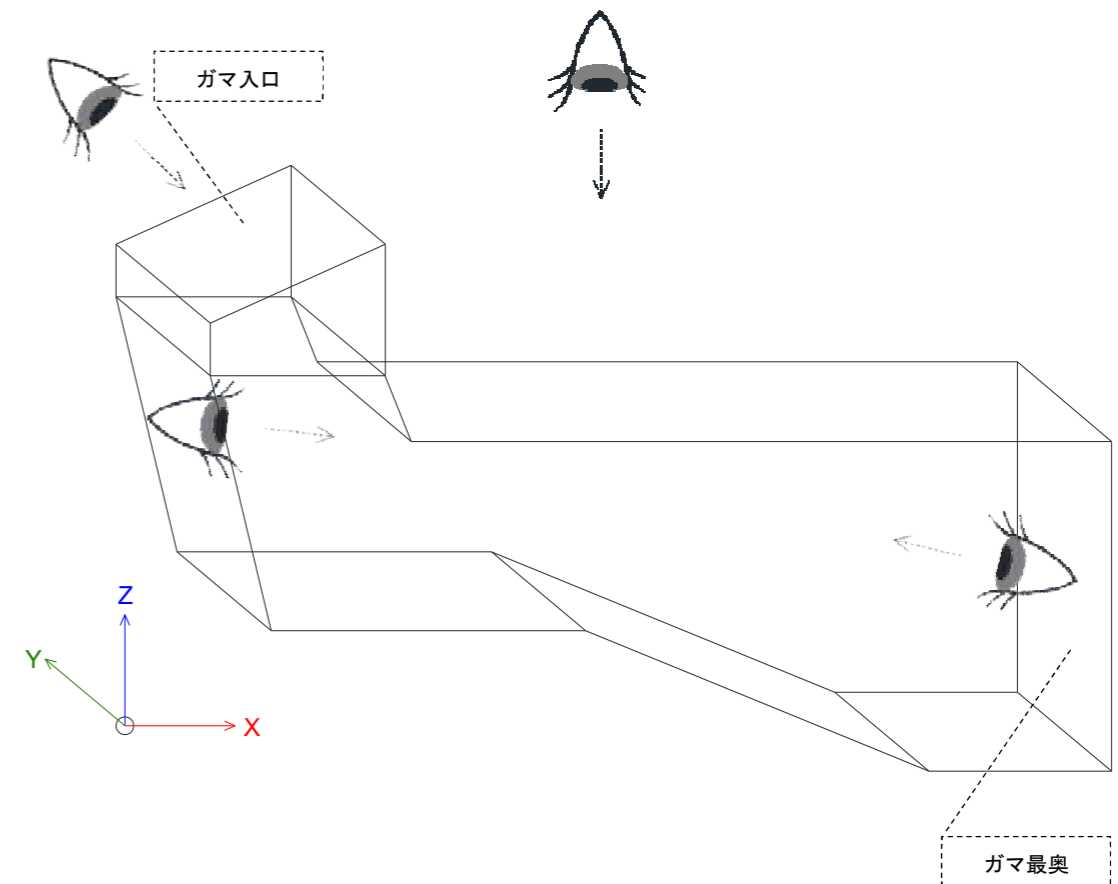
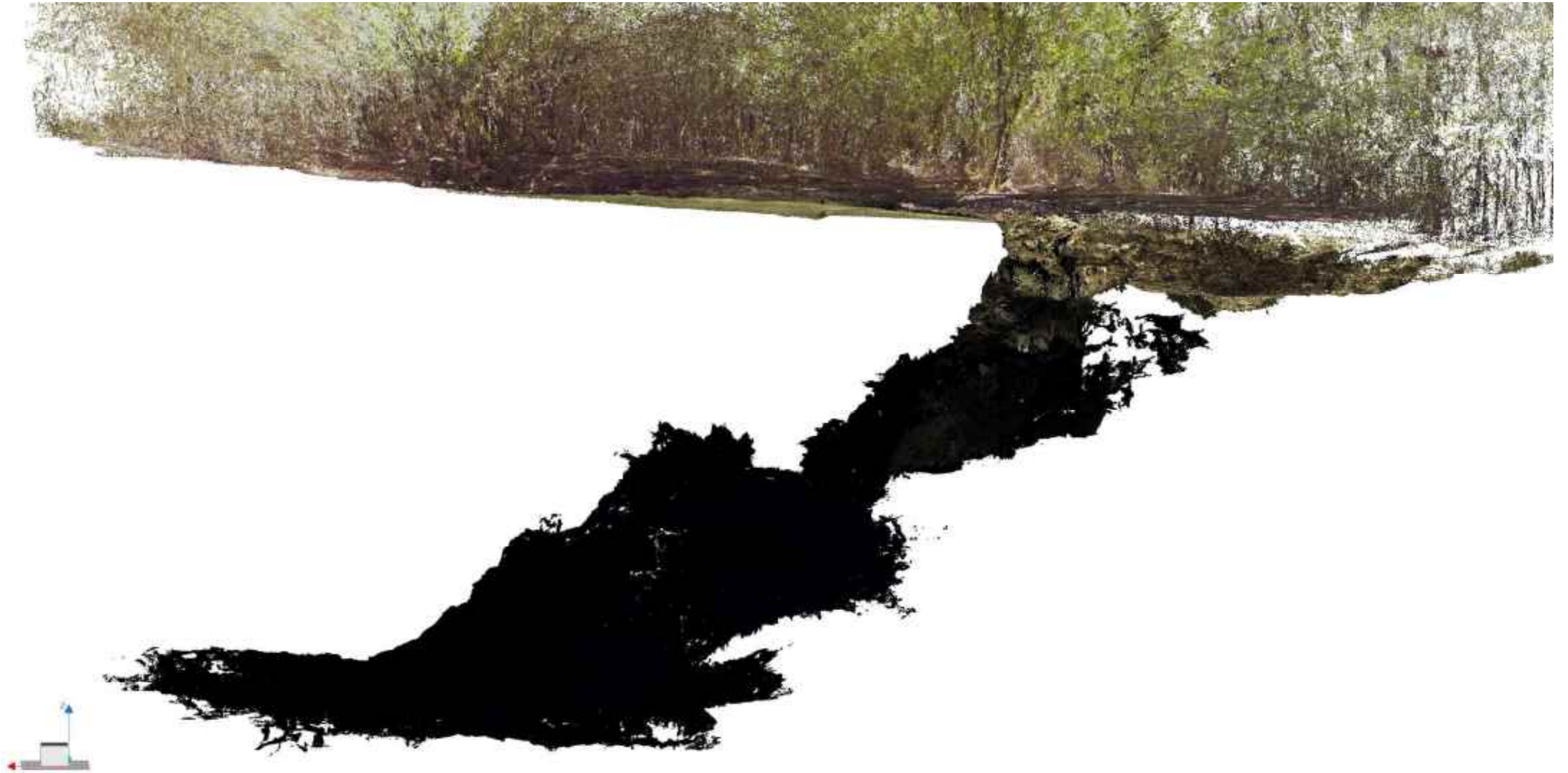
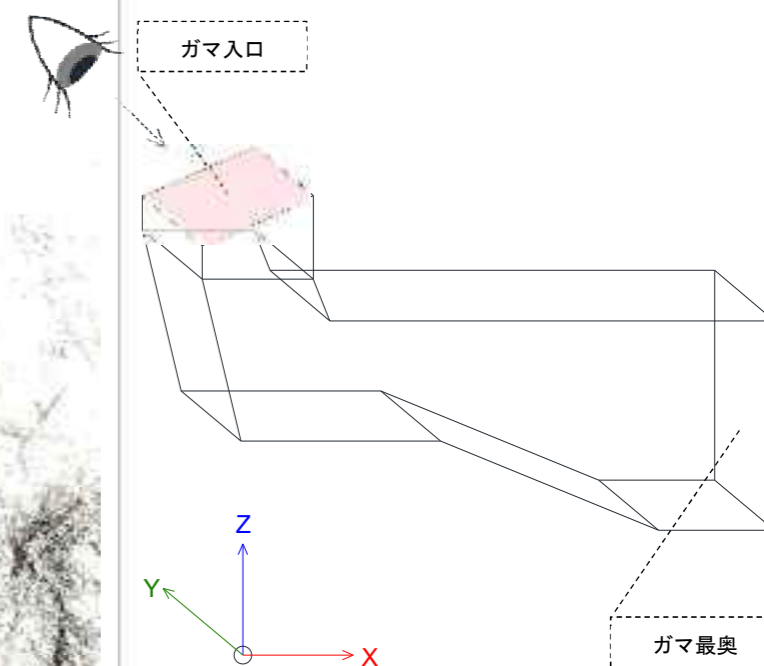


図 2-8 マヤーガンマ模式図

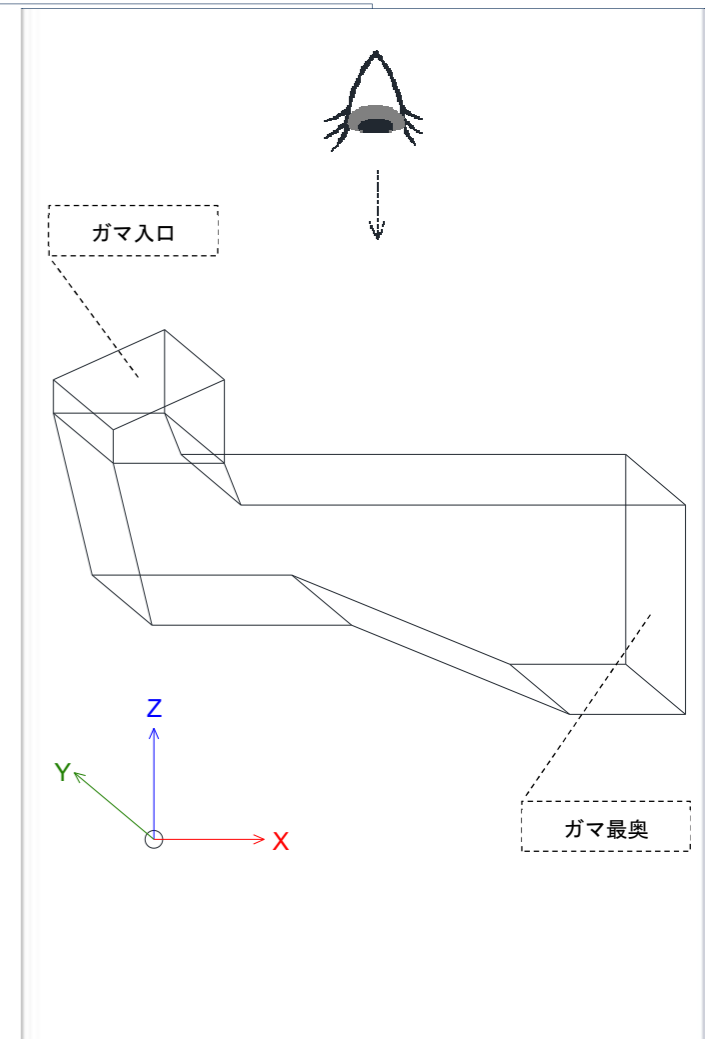
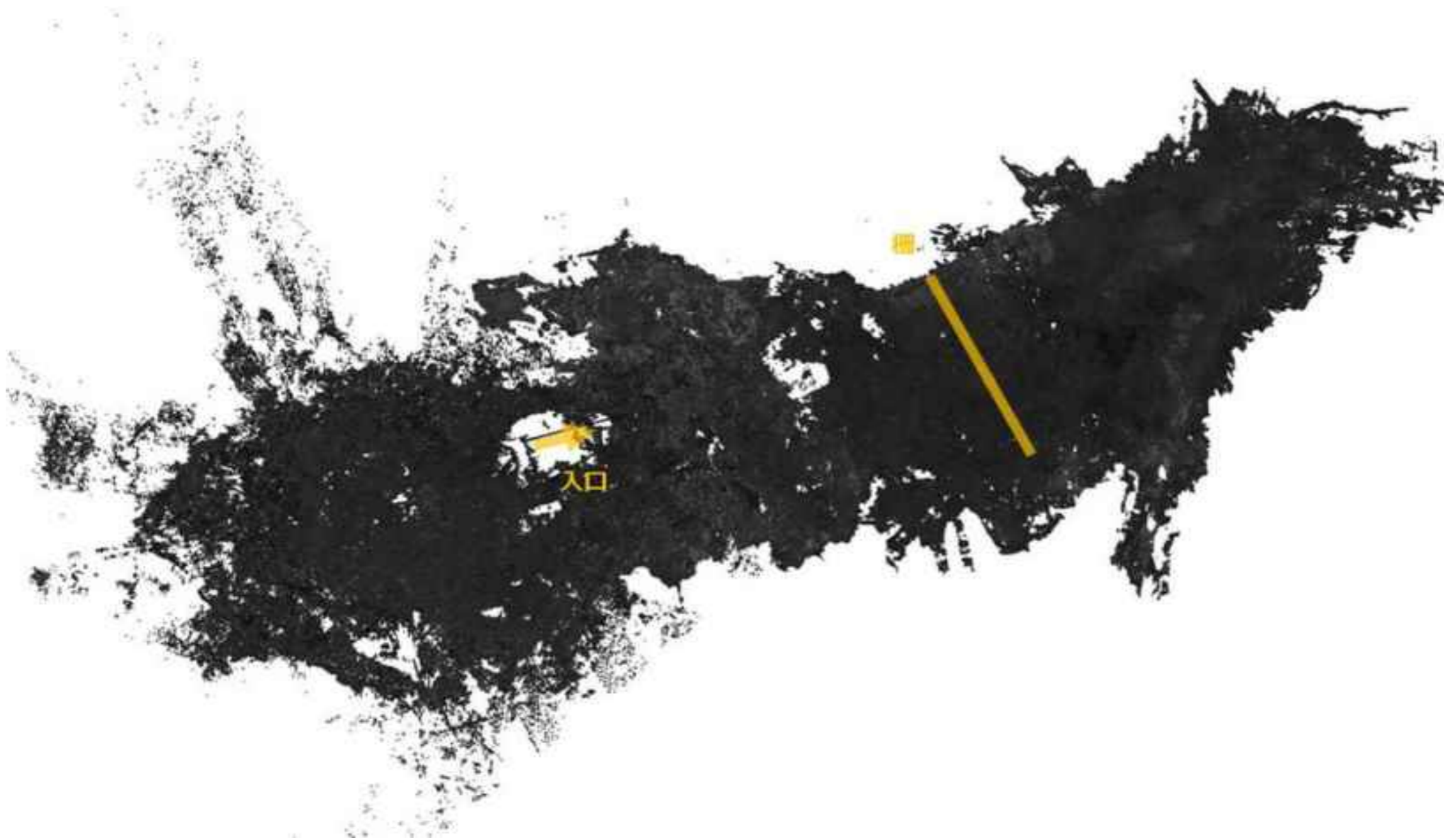




備考：光量が十分な場合、点群は色に応じた RGB 値を持たせることが出来るため写真のような仕上がりとなる。

### マヤーガンマ立体図

※ガンマの入口点群分布



備考：RGBで表現すると真っ黒に描画されるため  
受光強度で描画。

---



---



---



---



---

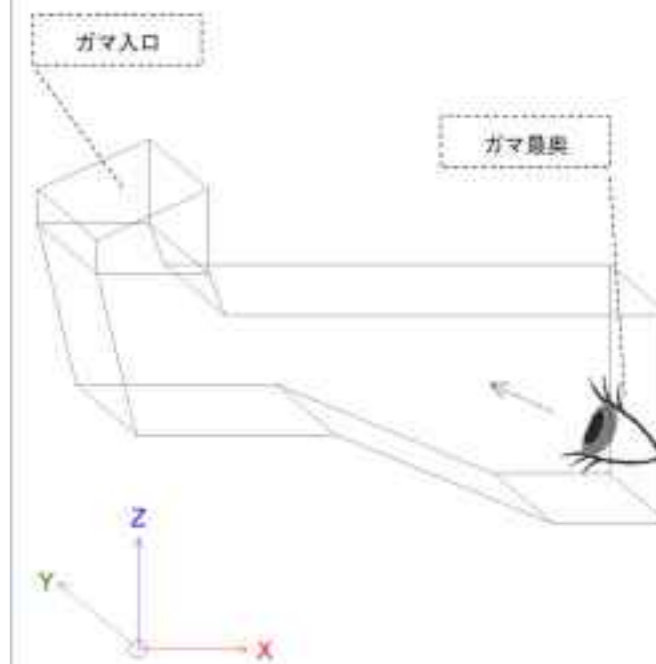
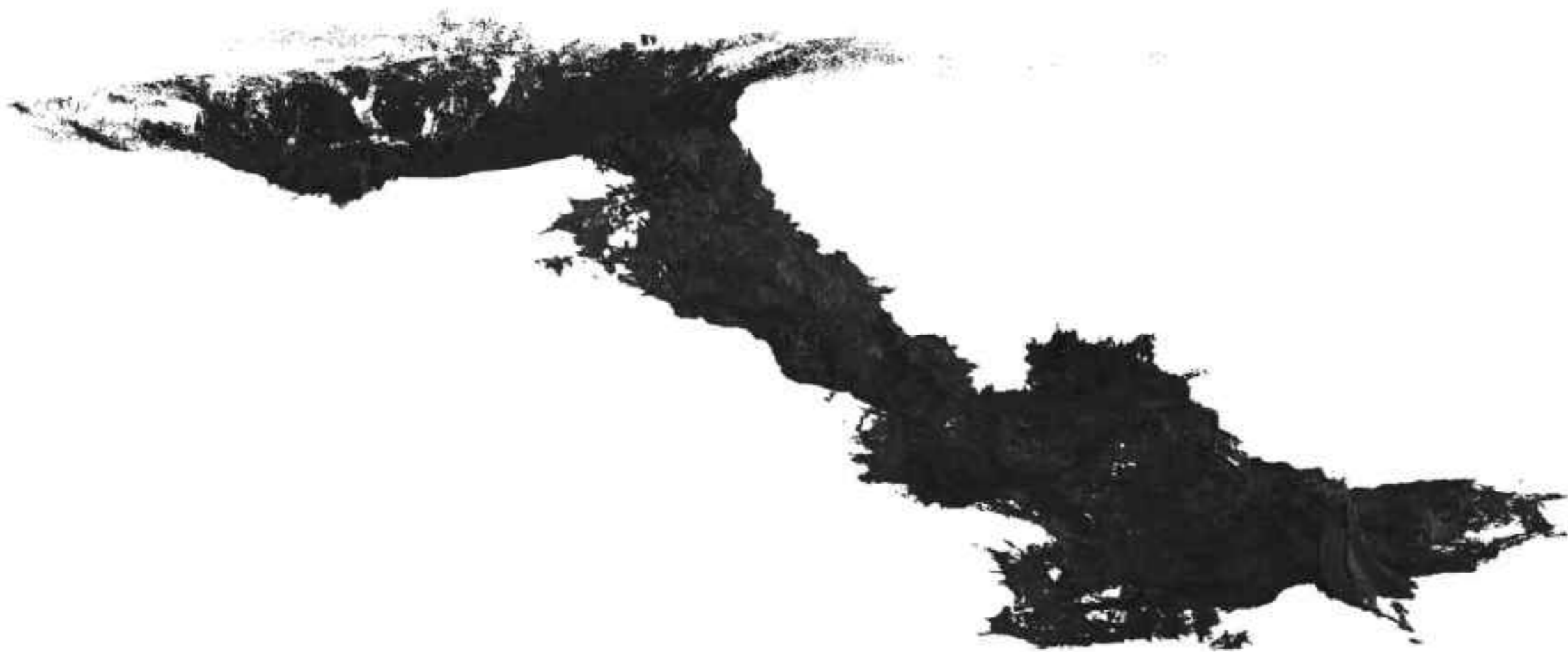


---

マヤーガンマ平面図

※点群分布を上空から見た図

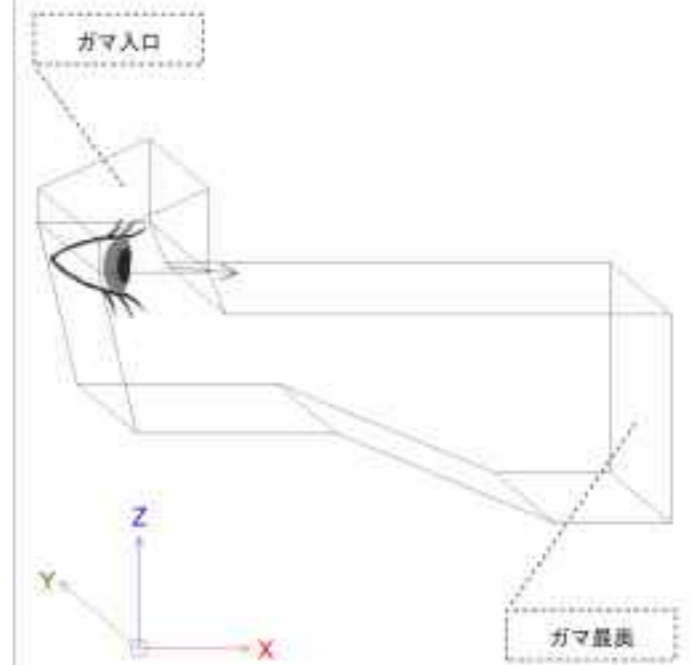
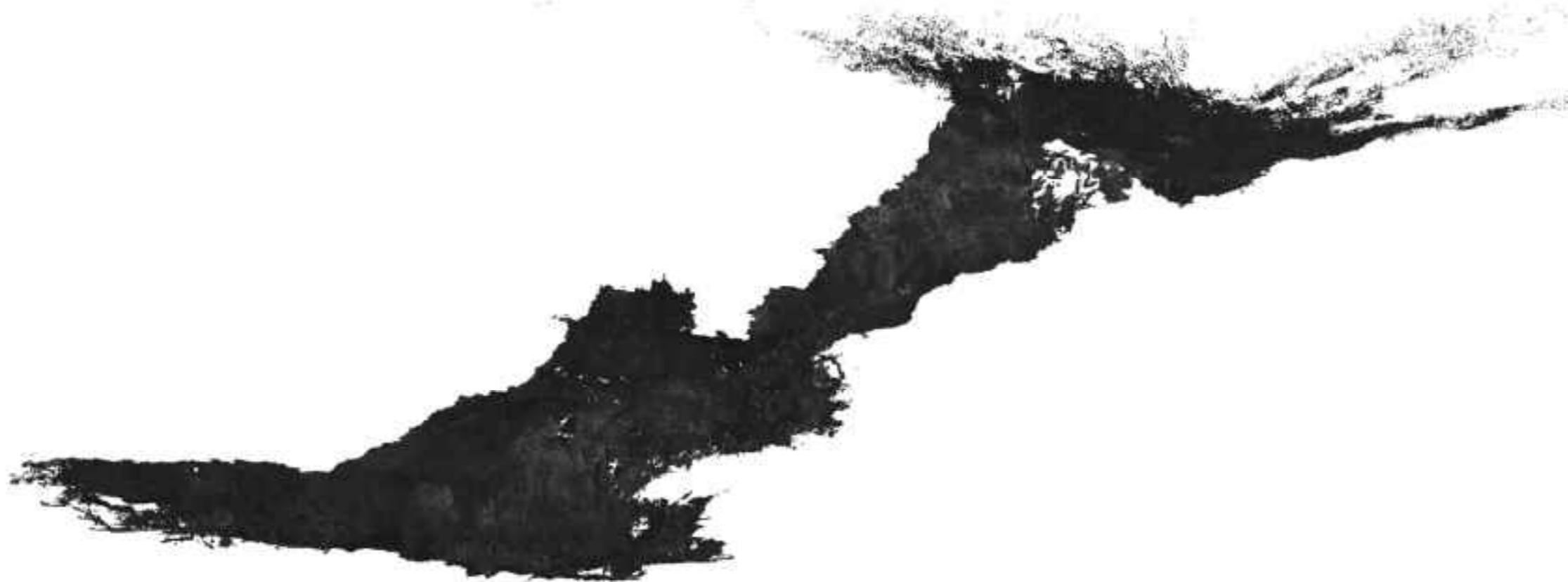




備考：RGBで表現すると真っ黒に描画されるため  
受光強度で描画。

マヤーガンマ側面図

※点群分布を外から入口に向かって、右側から見た図



備考：RGBで表現すると真っ黒に描画されるため  
受光強度で描画。

マヤーガンマ側面図

※点群分布を外から入口に向かって、左側から見た  
図

### 3. 内部調査点検

#### 3.1. 調査方針

内部調査点検は以下の 2 種類に分けられる。なお、今回点検するにあたって参照した点検基準等はなく、マヤーガマ内の状況に併せて判定基準を作成した。

① 危険箇所抽出調査

主に鍾乳洞の側面および天井部を対象とし、落石の危険性がある浮石の抽出や亀裂の有無を確認し、危険度の判定を実施する。危険度の判定には目視での調査だけでなく、岩石ハンマーを用いた検打によっても実施した。

② 転石調査

主に鍾乳洞内の地面に落ちている岩盤や岩塊の位置やサイズを確認する。

各調査の際は、鍾乳洞内での危険箇所および転石の位置情報を記録するためレーザー測量も併せて実施した。これは、x 座標・y 座標・z 座標を記録することにより将来の位置確認を容易に行えるよう工夫したものである。

調査範囲は図 3-1 に黒色で示す部分（ガマ内部全域）とした。また、補足的にガマ地表部についても地表踏査を実施し周辺状況を把握した。

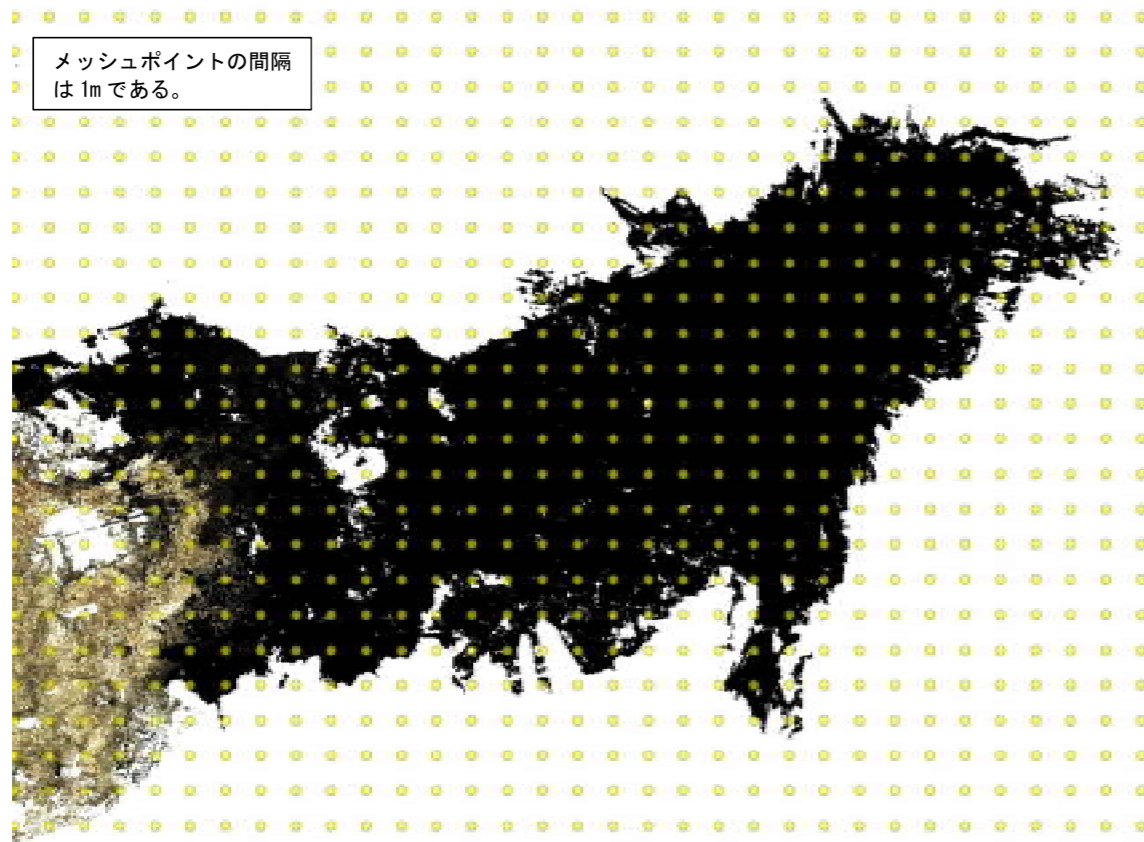


図 3-1 内部調査点検対象範囲（図の黒色部分）

#### 3.2. 調査結果

内部調査点検下表に示す通り実施した。各調査の結果について次項以降に示す。

表 3-1 内部調査点検実施概要

項目	実施日	備考
危険箇所抽出調査	3/9	
転石調査	3/9	
(地表踏査)	3/9	

### 3.2.1. 危険箇所抽出調査

今回の調査で危険箇所として抽出された箇所は計 25 箇所あった。これら抽出された危険箇所は表 3-2 に示す安定状態評価基準に従い AA~C までの 4 段階に分けて評価した。また、各地点に関しては、台帳形式で情報を取り纏めた（危険箇所台帳は報告書巻末に付す）。

表 3-3 に危険箇所抽出結果一覧を、図 3-2 に危険箇所抽出位置平面図を示す。

表 3-2 安定状態評価基準

クラス	安定性	評価記事
AA	著しく不安定	・近い将来落下する可能性大 ・岩塊が母岩体と亀裂で分離 ・ハンマー打撃で動く
A	不安定	・近い将来落下する可能性あり ・岩塊が母岩体と亀裂で分離 ・周囲の岩塊や木根に支持される
B	やや不安定	・将来落下する可能性あり ・亀裂はあるが母岩体と癒着している部分もある
C	ほぼ安定	・将来落下する可能性は小さい ・周囲の岩塊と噛み合い安定

表 3-3 危険箇所抽出結果一覧

地点No.	安定状態				備考
	AA	A	B	C	
No.1			●		
No.2		●			
No.3		●			
No.4			●		
No.5		●			
No.6		●			
No.7			●		
No.8					亀裂系のため記載のみ
No.9	●				
No.10			●		
No.11	●				
No.12	●				
No.13	●				
No.14		●			
No.15			●		
No.16				●	
No.17				●	
No.18			●		
No.19			●		
No.20			●		
No.21		●			
No.22			●		
No.23			●		
No.24			●		
No.25					亀裂系のため記載のみ
<b>total</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	記載のみ：2

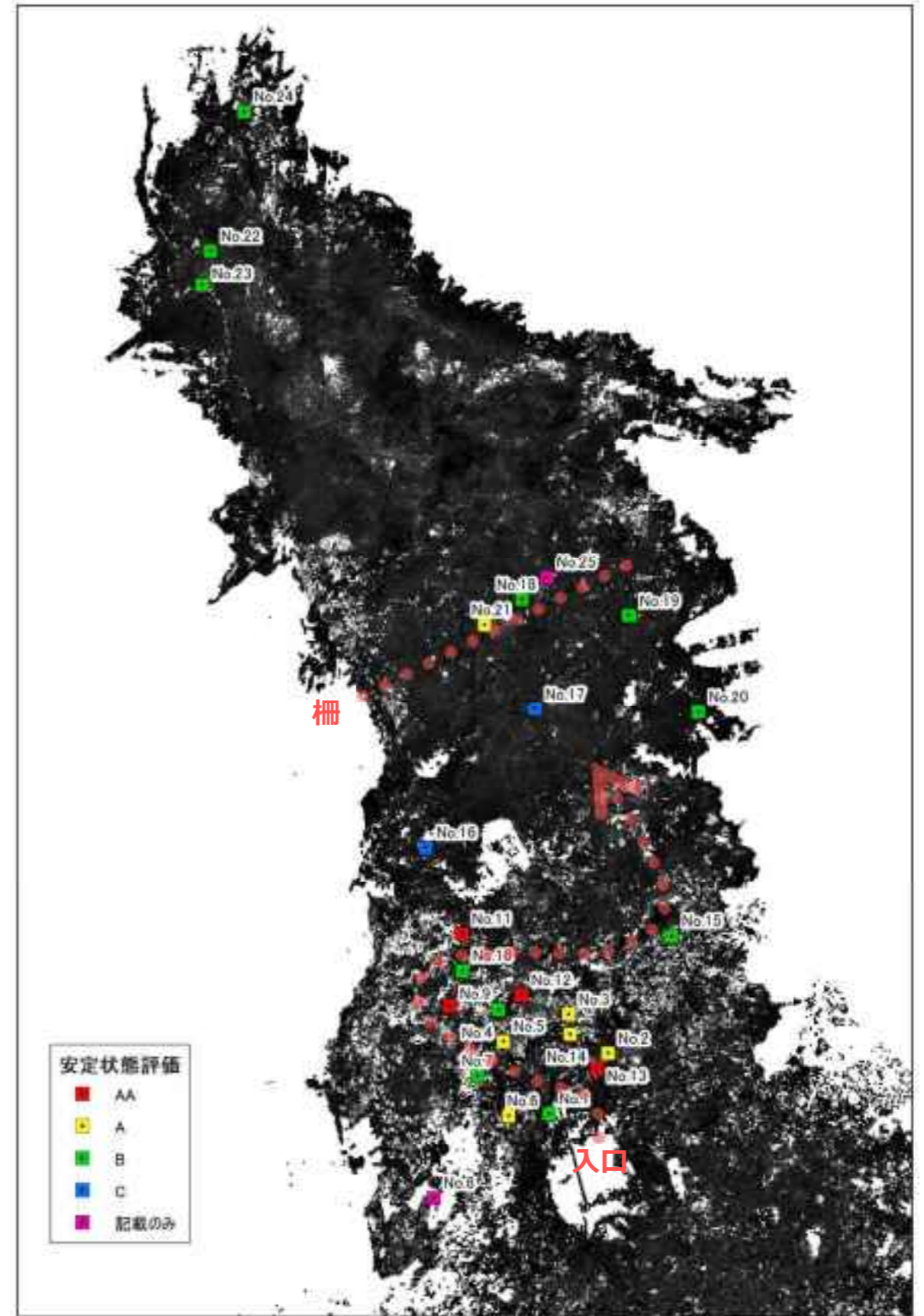


図 3-2 危険箇所抽出位置平面図

### 3.2.2. 転石調査

今回の調査で転石としてカウントされた岩塊・岩塊群は計 82 箇所あった。表 3-4 に転石調査結果一覧を、図 3-3 に転石位置平面図を示す。また、各転石に関しては、写真台帳形式で情報を取り纏めた（転石台帳は巻末に付す）。

表 3-4 転石調査結果一覧

転石No.	サイズ	座標			琉球石灰岩の密度を2.0g/m <sup>3</sup> とした場合の計算重量(kg)	転石No.	サイズ	座標			琉球石灰岩の密度を2.0g/m <sup>3</sup> とした場合の計算重量(kg)
R-1	1200mm×350mm×600mm	X=9537.322	Y=18446.706	Z=30.826	504	R-42	500mm×500mm×500mm	X=9520.1	Y=18452.474	Z=31.646	250.00
R-2	800mm×600mm×550mm	X=9538.271	Y=18447.289	Z=30.913	528	R-43	500mm×400mm×400mm	X=9519.586	Y=18452.766	Z=31.845	160.00
R-3	1400mm×900mm×1110mm	X=9538.715	Y=18448.126	Z=30.671	2797	R-44	700mm×400mm×400mm	X=9520.281	Y=18451.66	Z=31.491	224.00
R-4	800mm×350mm×400mm	X=9538.077	Y=18447.724	Z=30.375	224	R-45	700mm×400mm×500mm	X=9518.666	Y=18452.25	Z=31.952	280.00
R-5	2900mm×2800mm×900mm	X=9535.118	Y=18447.688	Z=30.03	14616	R-46	700mm×300mm×300mm	X=9518.312	Y=18451.781	Z=32.583	576.00
R-6	1100mm×400mm×550mm	X=9533.862	Y=18447.828	Z=29.303	484	R-47	700mm×600mm×1200mm	X=9518.002	Y=18452.009	Z=33.305	1008.00
R-7	2000mm×1800mm×1500mm	X=9532.928	Y=18447.532	Z=30.091	10800	R-48	3000mm×1700mm×3100mm	X=9519.194	Y=18453.283	Z=33.02	31620.00
R-8	1100mm×500mm×600mm	X=9532.112	Y=18448.38	Z=29.3	660	R-49	1500mm×1000mm×1000mm	X=9523.764	Y=18456.276	Z=32.849	3000.00
R-9	700mm×400mm×600mm	X=9533.26	Y=18448.301	Z=29.002	56	R-50	500mm×400mm×300mm	X=9522.646	Y=18457.765	Z=32.584	120.00
R-10	700mm×300mm×400mm	X=9534.661	Y=18448.439	Z=29.349	168	R-51	500mm×300mm×300mm	X=9522.087	Y=18457.697	Z=32.518	90.00
R-11	600mm×400mm×300mm	X=9534.915	Y=18448.681	Z=29.355	158	R-52	700mm×500mm×500mm	X=9522.805	Y=18459.075	Z=33.026	350.00
R-12	600mm×250mm×400mm	X=9533.947	Y=18448.63	Z=29.13	120	R-53	400mm×300mm×200mm	X=9522.179	Y=18458.778	Z=32.997	48.00
R-13	900mm×400mm×200mm	X=9533.561	Y=18449.622	Z=29.014	144	R-54	600mm×200mm×200mm	X=9521.777	Y=18458.333	Z=32.608	48.00
R-14	800mm×1000mm×200mm	X=9534.19	Y=18449.429	Z=29.056	320	R-55	800mm×700mm×800mm	X=9519.766	Y=18457.096	Z=33.628	896.00
R-15	300mm×300mm×200mm	X=9535.227	Y=18449.495	Z=29.091	36	R-56	700mm×300mm×500mm	X=9519.602	Y=18456.531	Z=33.569	210.00
R-16	300mm×200mm×200mm	X=9533.186	Y=18452.092	Z=28.999	24	R-57	700mm×600mm×600mm	X=9519.585	Y=18455.619	Z=33.244	504.00
R-17	400mm×200mm×300mm	X=9532.716	Y=18453.067	Z=29.158	48	R-58	600mm×300mm×450mm	X=9519.175	Y=18457.142	Z=33.868	162.00
R-18	600mm×500mm×500mm	X=9530.904	Y=18456.481	Z=29.268	300	R-59	1000mm×500mm×700mm	X=9518.418	Y=18456.164	Z=34.064	700.00
R-19	900mm×600mm×600mm	X=9531.341	Y=18457.088	Z=29.464	648	R-60	1000mm×500mm×500mm	X=9520.147	Y=18459.059	Z=33.595	500.00
R-20	1600mm×800mm×700mm	X=9531.157	Y=18458.903	Z=29.376	1792	R-61	500mm×500mm×200mm	X=9519.226	Y=18458.501	Z=33.585	100.00
R-21	1300mm×1100mm×400mm	X=9529.709	Y=18451.443	Z=28.39	1144	R-62	600mm×400mm×400mm	X=9518.924	Y=18458.228	Z=33.776	192.00
R-22	700mm×500mm×400mm	X=9530.089	Y=18449.314	Z=28.645	280	R-63	600mm×500mm×600mm	X=9519.446	Y=18459.197	Z=34.081	360.00
R-23	700mm×300mm×400mm	X=9529.378	Y=18449.558	Z=28.586	168	R-64	600mm×500mm×300mm	X=9517.744	Y=18457.61	Z=34.546	180.00
R-24	700mm×600mm×900mm	X=9528.387	Y=18449.935	Z=28.115	336	R-65	500mm×400mm×300mm	X=9517.812	Y=18456.335	Z=34.928	120.00
R-25	1000mm×600mm×900mm	X=9527.497	Y=18451.221	Z=28.764	1080	R-66	800mm×500mm×500mm	X=9516.949	Y=18454.876	Z=35.3	400.00
R-26	700mm×400mm×800mm	X=9528.133	Y=18452.179	Z=28.554	448	R-67	800mm×600mm×400mm	X=9516.798	Y=18454.16	Z=35.732	384.00
R-27	1300mm×900mm×500mm	X=9526.313	Y=18451.979	Z=28.338	1170	R-68	2600mm×2000mm×1900mm	X=9515.218	Y=18456.109	Z=35.741	19760.00
R-28	1000mm×700mm×400mm	X=9525.168	Y=18451.467	Z=28.038	560	R-69	500mm×300mm×300mm	X=9515.819	Y=18452.109	Z=36.037	90.00
R-29	500mm×300mm×300mm	X=9525.684	Y=18450.411	Z=27.988	90	R-70	400mm×300mm×300mm	X=9514.268	Y=18452.47	Z=36.507	72.00
R-30	1000mm×400mm×800mm	X=9526.804	Y=18452.726	Z=28.316	640	R-71	300mm×300mm×200mm	X=9513.838	Y=18451.479	Z=36.657	36.00
R-31	700mm×400mm×400mm	X=9525.633	Y=18454.154	Z=27.878	224	R-72	600mm×400mm×500mm	X=9513.229	Y=18451.897	Z=36.986	240.00
R-32	600mm×500mm×400mm	X=9526.244	Y=18454.044	Z=27.883	240	R-73	700mm×400mm×300mm	X=9512.734	Y=18452.374	Z=36.974	168.00
R-33	1600mm×1200mm×700mm	X=9527.749	Y=18453.584	Z=28.307	2688	R-74	900mm×500mm×800mm	X=9511.744	Y=18452.29	Z=37.896	720.00
R-34	5800mm×3100mm×1960mm	X=9527.231	Y=18453.994	Z=29.532	70482	R-75	500mm×500mm×500mm	X=9513.355	Y=18455.647	Z=38.474	250.00
R-35	1400mm×1100mm×500mm	X=9528.443	Y=18456.171	Z=31.053	1540	R-76	1000mm×600mm×1000mm	X=9512.665	Y=18455.969	Z=39.565	1200.00
R-36	700mm×600mm×500mm	X=9524.47	Y=18453.433	Z=31.033	420	R-77	900mm×500mm×500mm	X=9513.612	Y=18456.159	Z=38.645	450.00
R-37	600mm×500mm×400mm	X=9523.754	Y=18451.662	Z=30.626	240	R-78	800mm×900mm×600mm	X=9512.33	Y=18457.004	Z=39.963	864.00
R-38	500mm×400mm×400mm	X=9524.38	Y=18451.928	Z=30.323	160	R-79	600mm×500mm×400mm	X=9512.156	Y=18456.287	Z=39.764	240.00
R-39	1100mm×1100mm×700mm	X=9523.652	Y=18455.094	Z=31.921	1694	R-80	700mm×600mm×500mm	X=9511.805	Y=18455.658	Z=40.231	420.00
R-40	500mm×600mm×400mm	X=9522.243	Y=18453.891	Z=31.714	240	R-81	800mm×700mm×900mm	X=9511.977	Y=18457.683	Z=41.199	1008.00
R-41	600mm×500mm×400mm	X=9521.605	Y=18451.995	Z=31.101	240	R-82	1400mm×500mm×900mm	X=9511.356	Y=18457.582	Z=41.019	1260.00

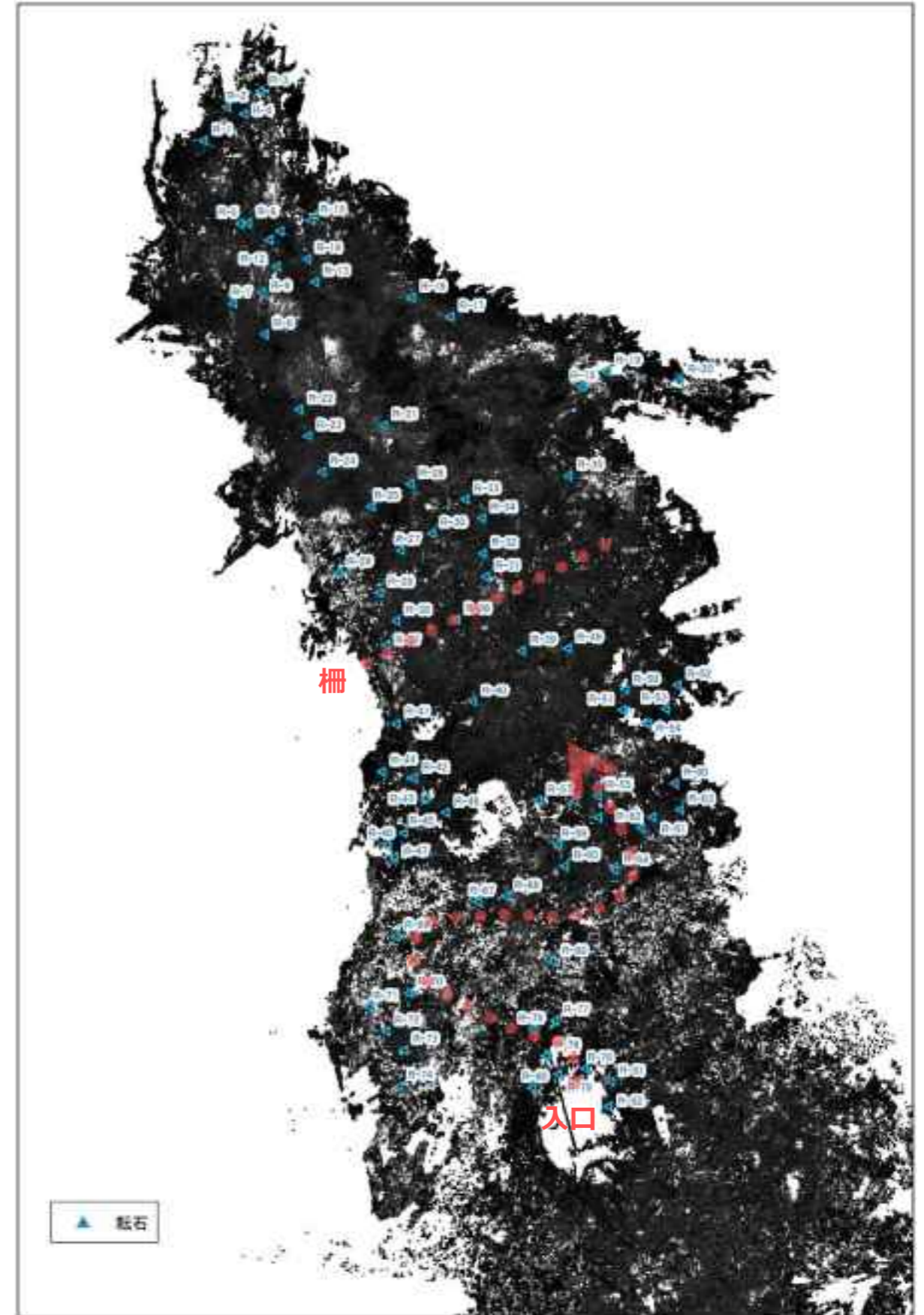


図 3-3 転石位置平面図

### 3.3. 地表踏査

ガマ直上の地上部周辺を対象とし特徴的な地形地質の有無を確認するため、踏査した。下図にて踏査結果の概略を示す。



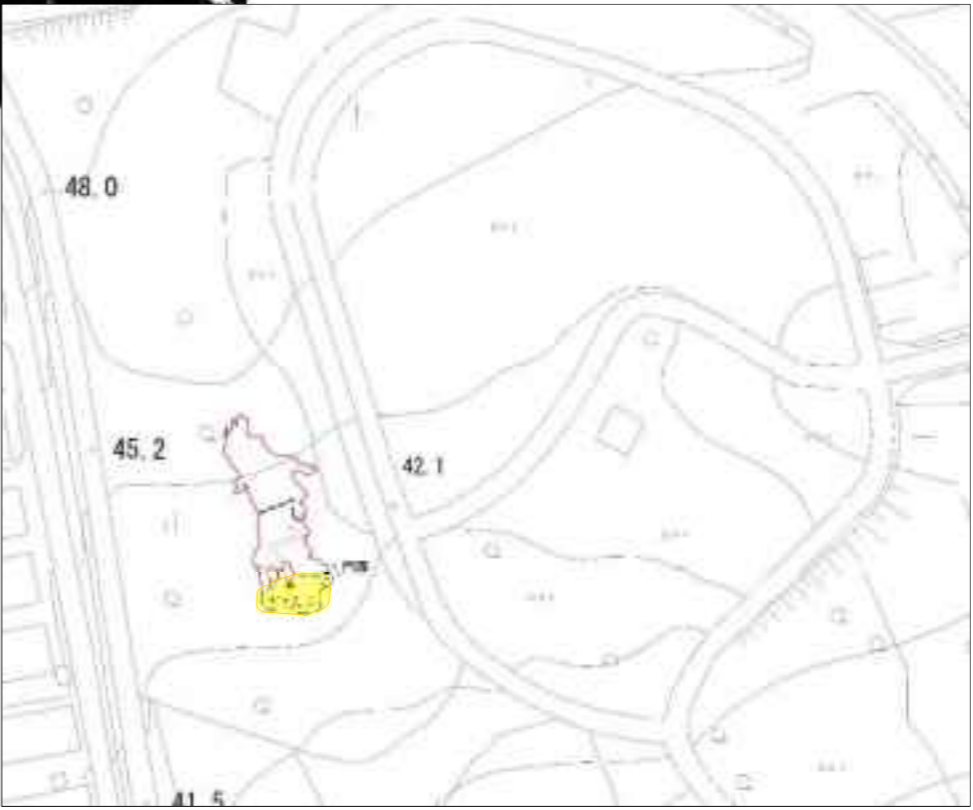
最大で約 2-3m の段差がある。位置関係は円状の凹地形の中でガマの入口の反対側に位置する。

最大で約 2-3m の段差がある。段差を地面までたどると地下に空間（空洞）が存在する。

ガマの地上部は雑木林となっているが、石灰岩塊の直線的な配置が見られる。ただし、岩塊の大きさや形に規則性はなく、人工的なものなのか自然のものなのかは不明。



形はやや歪だが円状に凹地形が広がる。その縁の一部にガマの入口がある。



## 4. 浅所陥没に関する検討

### 4.1. 検討手法

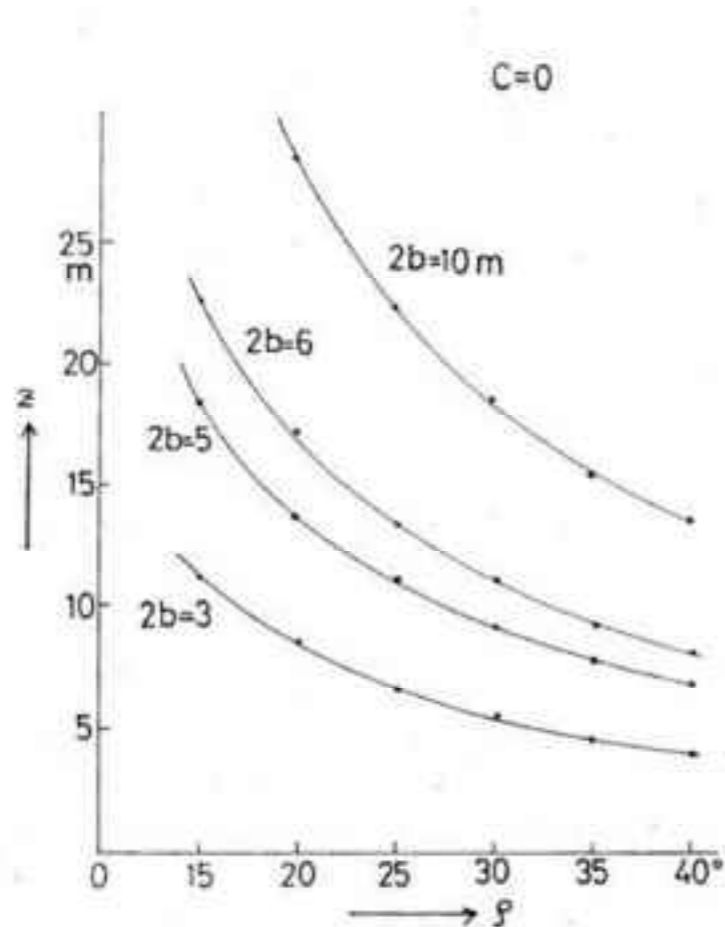
本項では、既往文献により検討されている「浅所陥没の発生限界」の知見を活用し、マヤーガマにおける浅所陥没の危険性について解析をする。以下に、本検討で使用する「浅所陥没の発生限界と土被り(Z)、空洞幅(2b)、C、 $\phi$ の関係」(西田ほか,1972)を示す。検討に必要な設定値としては以下が挙げられる。

(1) 琉球石灰岩の粘着力(C)、内部摩擦角( $\phi$ )

(2) マヤーガマの空洞幅(2b)

(3) マヤーガマの土被り厚(Z)

これらの設定値は既往文献からの収集や3次元レーザースキャン測量結果から取得するものとする。



第11図 粘着力がない場合の内部ま  
さつ角と崩落限界深さとの関係

図 4-1 西田ほか(1972)による浅所陥没の発生限界と土被り(Z)、空洞幅(2b)、C、 $\phi$ の関係

(1) 琉球石灰岩の粘着力(C)、内部摩擦角( $\phi$ )

琉球石灰岩の強度・変形特性など力学特性を直接的に求めた事例は少ない。今回収集した既往文献は表 4-1 に示した 2 つの文献だけだが、本検討の参考になるものと想定された。

内部摩擦角は値のばらつきが大きいものの、概ね 30-40° 程度のもが多く見られたことから、中間値として  $\phi=35^\circ$  を設定値とした。

粘着力は値のばらつきが大きいだけでなくデータ数も少ない(N=3) ことから、本検討では安全側の評価となるよう粘着力は見込まない(C=0 kN/m<sup>2</sup>) ものとした。

表 4-1 既往文献から収集された C および  $\phi$

番号	文献名	内部摩擦角 ( $\phi^\circ$ )	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )
①	琉球石灰岩を支持層とする港湾施設の設計手法の検討, 蟻川・佐々木(2008?)	0~38.9	280~1270
②	琉球石灰岩を支持層とする港湾構造物の設計・施工技術について, 具志(2012?)	24~74° (読み取り)	-

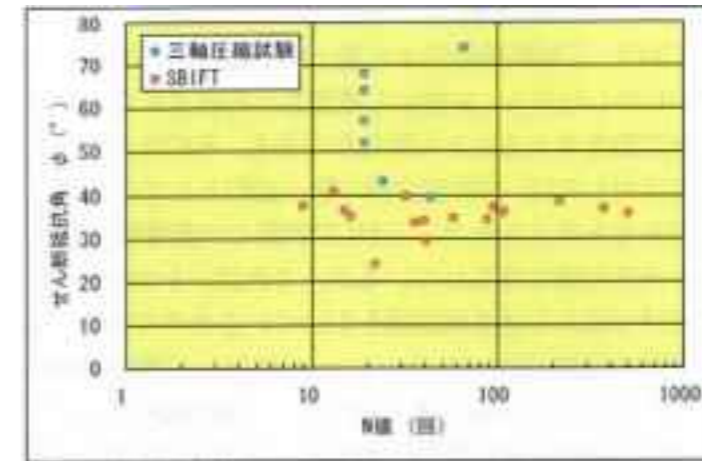


図 4-2 内部摩擦角(せん断抵抗角)の分布 資料番号①より引用

(2) マヤーガマの空洞幅 (Z)

マヤーガマの空洞幅の取得や後述の土被り厚の取得では図 4-3 の通り、1m 間隔でメッシュを設定し、マヤーガマの主たる空洞空間を網羅する赤枠内の範囲を対象として実施する。

空洞幅の取得結果を図 4-4 に示す。今回の検討範囲において最大の空洞幅は 15.58m、最小の空洞幅は 6.82m となった。



図 4-3 マヤーガマ検討範囲

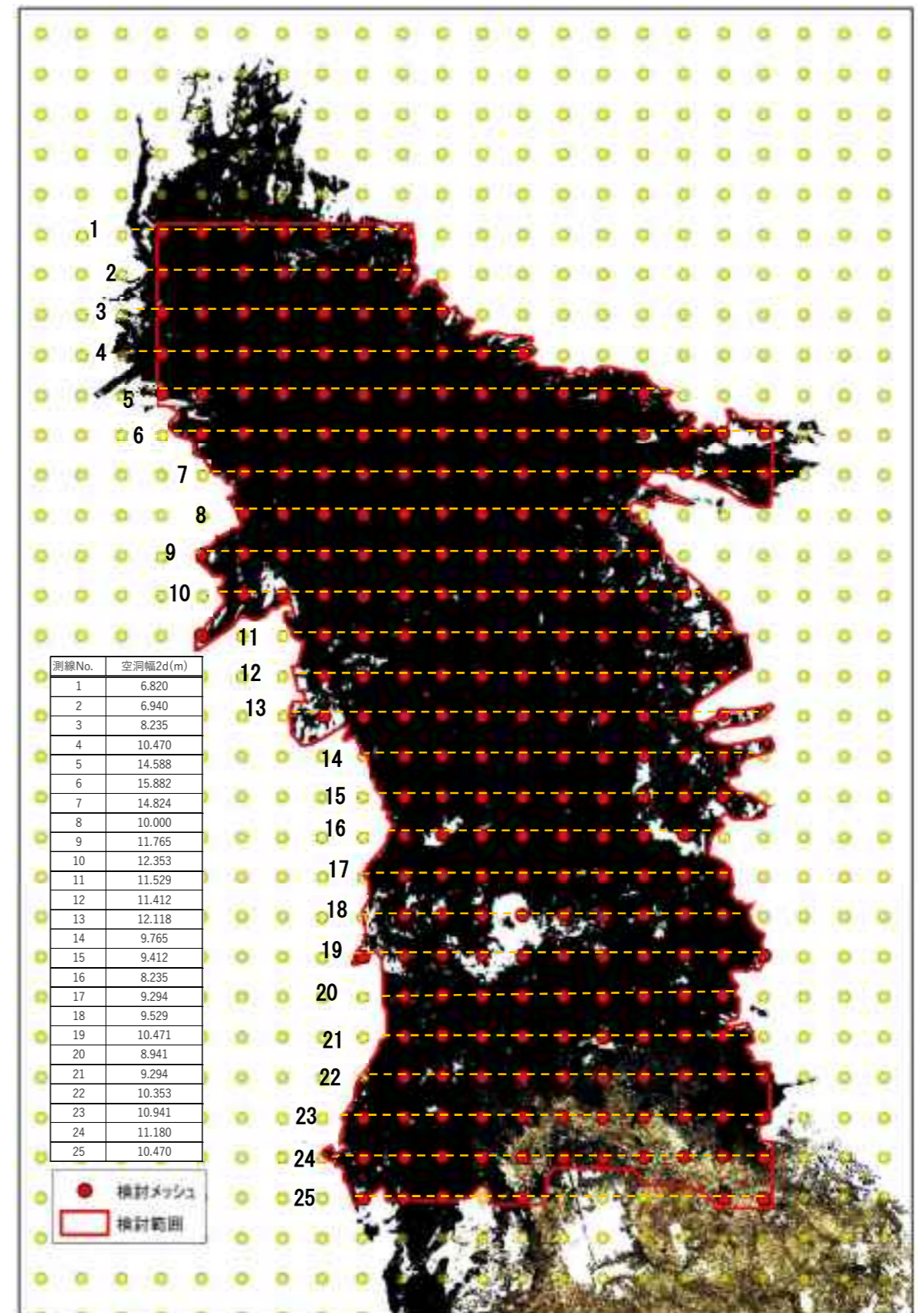


図 4-4 空洞幅の取得結果



(3) マヤーガマの土被り厚 (Z)

検討範囲内の土被り厚を把握するため、3次元レーザースキャン測量結果よりメッシュごとの土被り厚を取得した。

土被り厚の取得結果を図4-6～図4-8に示す。今回の検討範囲における最大土被り厚は17.02mであり、最小土被り厚は0.30mとなった。また、鍾乳洞中ほどには目玉状に土被り厚が薄くなるエリアが存在することが分かった。

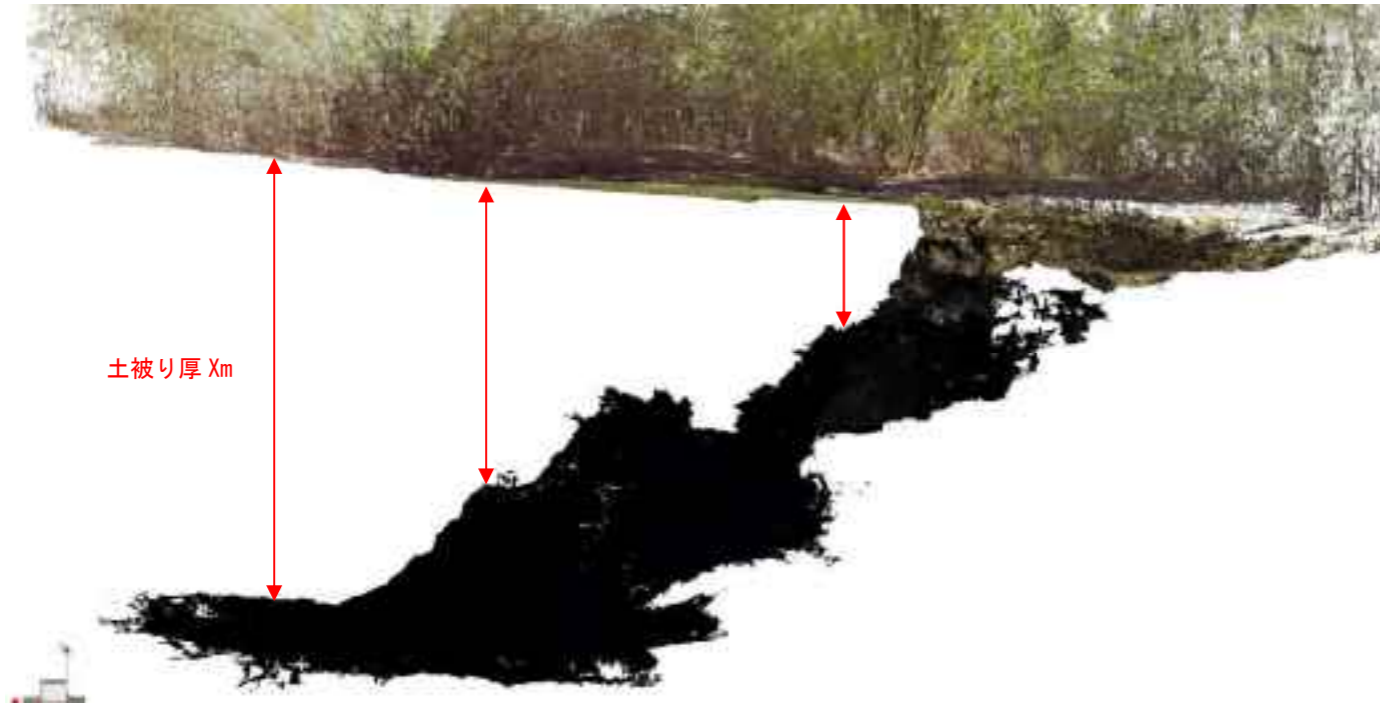


図 4-5 土被り厚の取得模式図

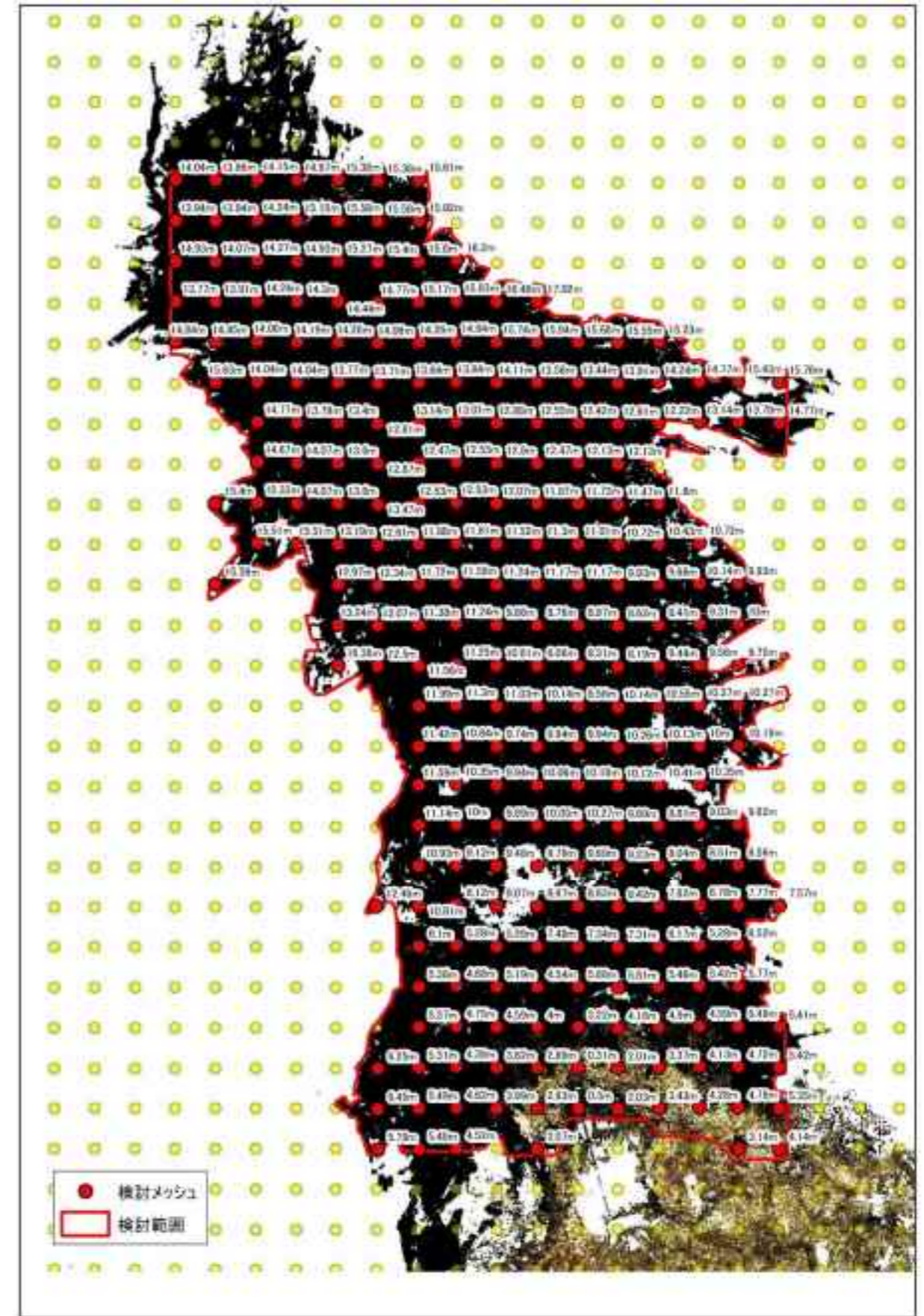


図 4-6 土被り厚の取得結果 (メッシュ毎の値)

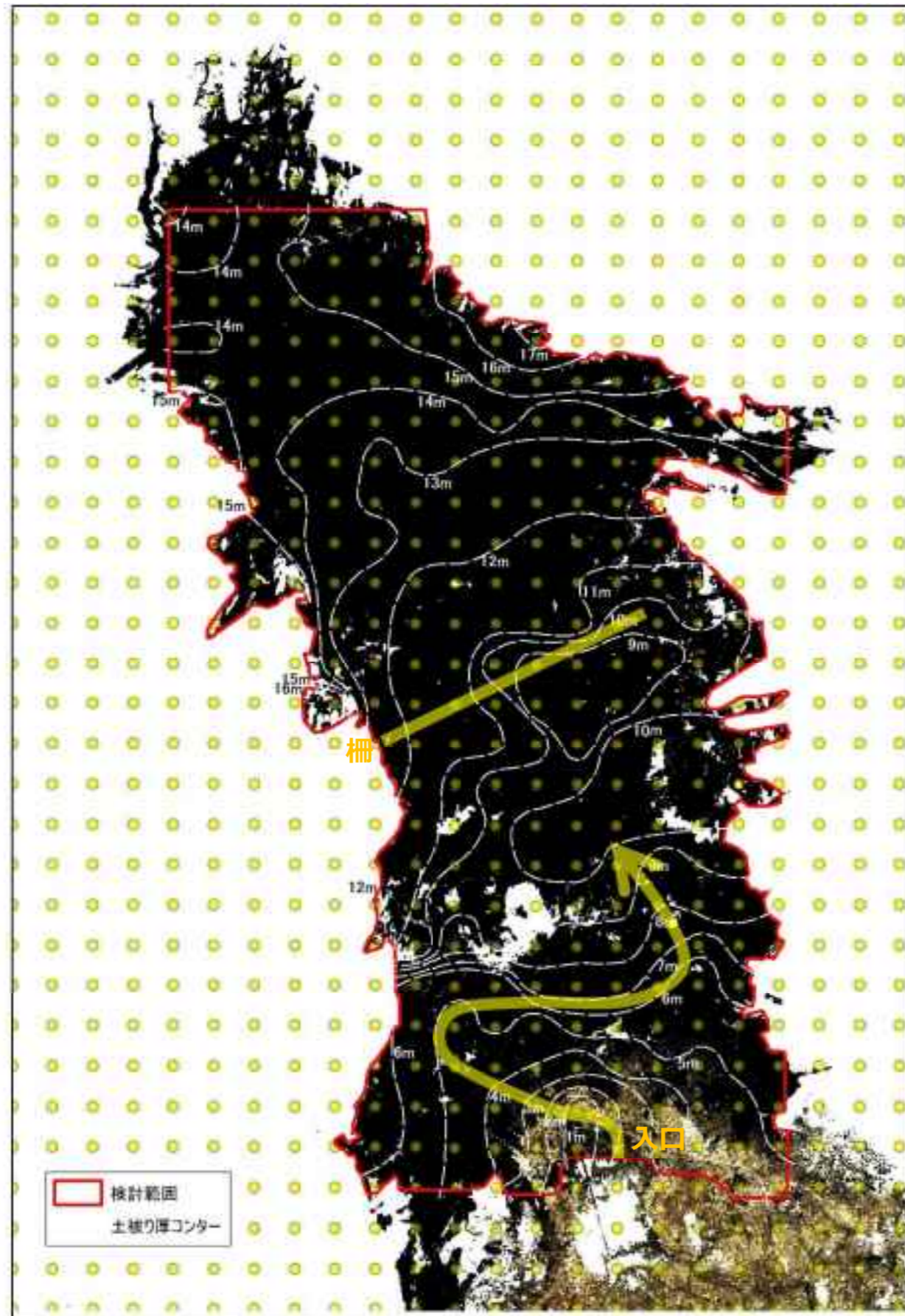


図 4-7 土被り厚の取得結果（土被りの等厚線）

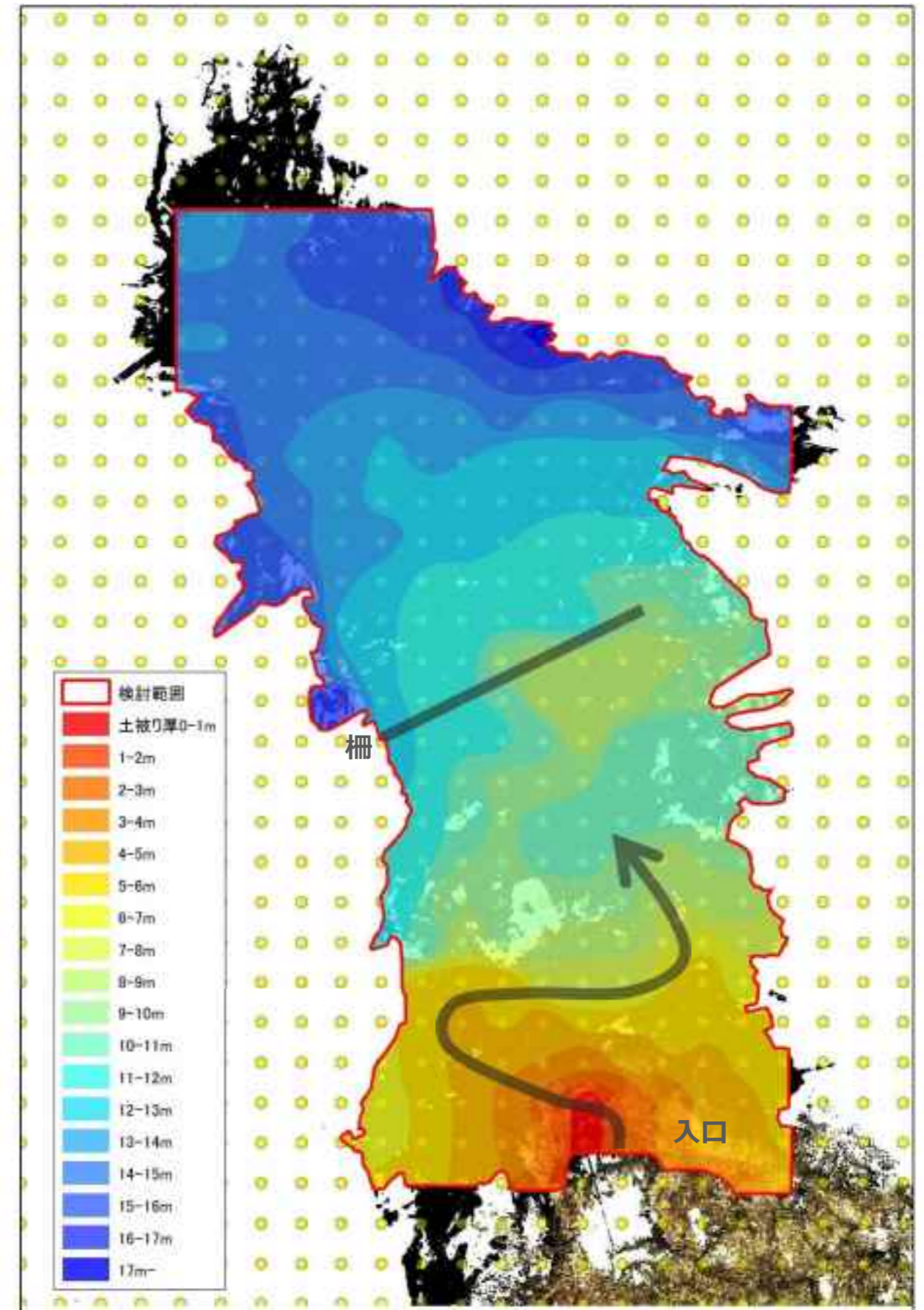


図 4-8 土被り厚の取得結果（土被り厚のカラー表示）

## 4.2. 検討結果

前項にて設定した各種設定値を用いて浅所陥没に関する検討を実施した。「浅所陥没の発生限界と土被り (Z)、空洞幅 (2b)、C、 $\phi$  の関係」(西田ほか,1972) のグラフにマヤーガマの設定値 (空洞幅) をプロットした際に求められる崩落限界深度範囲を図 4-9 に示す。

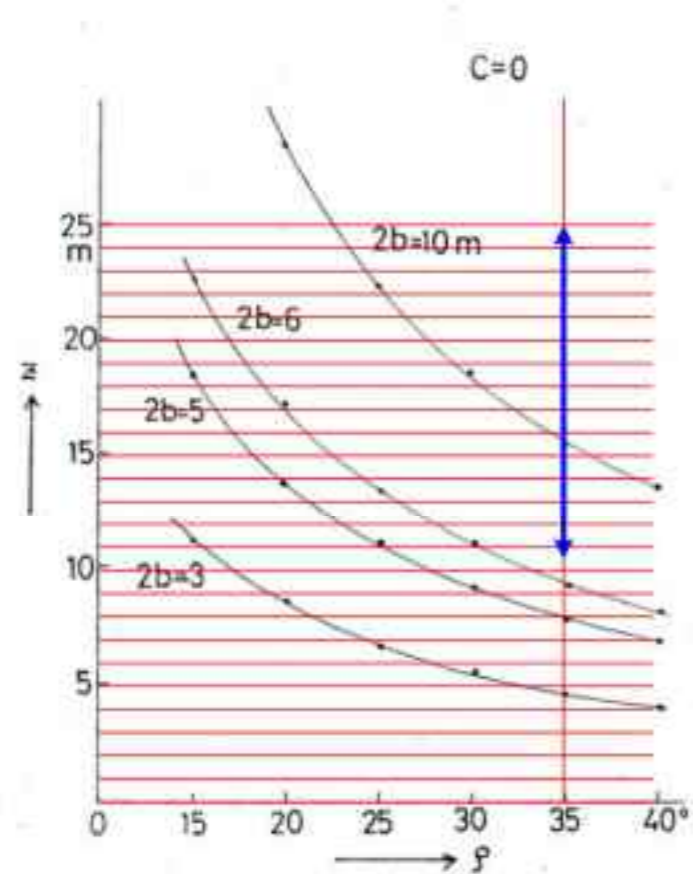
- これを見ると、検討範囲内における崩落限界深度はおよそ 10.5m~25.0m の範囲にプロットされることが読み取れる。

さらに、前項にて取得した各メッシュでの土被り厚と崩落限界深度を比較した表を表 4-2 に示す。表 4-2 のうち黄色にハッチングされている地点は土被り厚が崩落限界深度を下回るメッシュである。

- 検討したメッシュのほとんどが浅所陥没の危険性があると判断されている。

図 4-10 に浅所陥没の危険性判定結果を示す。

- 検討の結果から、現在のマヤーガマでは鍾乳洞の最奥に広がる狭窄部以外は浅所陥没の危険性があると判断された。



第11図 粘着力がない場合の内部ま  
さつ角と崩落限界深さとの関係

図 4-9 今回の検討範囲で求められた崩落限界深度範囲

表 4-2 土被り厚と崩落限界深度を比較した表

Mesh No.															崩落限界深度z	
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		T
14.04	13.86	14.15	14.97	15.38	15.38	15.61										10.5
13.94	13.94	14.24	15.15	15.58	15.58	15.82										10.5
14.93	14.07	14.27	14.93	15.27	15.4	15.8	16.2									12.5
13.77	13.91	14.24	14.3	14.44	14.77	15.17	15.83	16.49	17.02							16
14.84	14.45	14.06	14.19	14.26	14.06	14.26	14.84	15.74	15.94	15.68	15.55	15.23				22
	15.63	14.04	14.04	13.77	13.71	13.64	13.84	14.11	13.58	13.44	13.91	14.24	14.77	15.43	15.76	25
		14.77	13.79	13.4	12.81	13.14	13.01	12.88	12.55	12.42	12.61	12.22	13.14	13.79	14.77	23
		14.67	14.07	13.6	12.87	12.47	12.53	12.8	12.47	12.13	12.13					15.5
	15.4	15.33	14.07	13.6	13.47	12.53	12.53	12.07	11.87	11.73	11.47	11.8				17
		15.51	15.51	13.19	12.61	11.88	11.81	11.52	11.3	11.01	10.72	10.43	10.72			18.5
	15.59			12.97	12.34	11.72	11.59	11.24	11.17	11.17	9.93	9.66	10.14	9.93		17.8
				13.24	12.07	11.38	11.24	9.86	8.76	8.97	8.62	8.41	9.31	10		17.8
				16.38	12.5	11.56	11.25	10.81	8.06	8.31	8.19	9.44	9.56	9.75		18.5
						11.99	11.3	11.03	10.14	8.56	10.14	10.55	10.27	10.27		15
						11.42	10.84	9.74	9.94	9.94	10.26	10.13	10	10.19		14.5
						11.59	10.35	9.94	10.06	10.18	10.12	10.41	10.35			12.5
						11.14	10	9.89	10.05	10.27	9.89	8.81	9.03	9.62		14.5
						10.93	9.12	9.48	9.79	9.69	9.23	8.04	8.51	8.56		14.5
					12.46	10.81	8.12	9.07	8.97	8.62	8.42	7.82	6.78	7.77	7.57	16
						6.1	5.28	5.28	7.48	7.34	7.31	6.17	5.28	6.52		14
						5.38	4.88	5.19	4.54	5.88	5.81	5.46	5.42	5.77		14.5
						5.37	4.75	4.59	4	3.22	4.16	4.9	4.59	5.49	5.41	16
						6.25	5.31	4.38	3.82	2.88	0.31	2.01	3.37	4.13	4.72	17
						6.45	5.49	4.62	3.99	2.93	0.3	2.03	3.43	4.26	4.79	17.2
						5.79	5.48	4.52		2.07				3.14	4.14	16

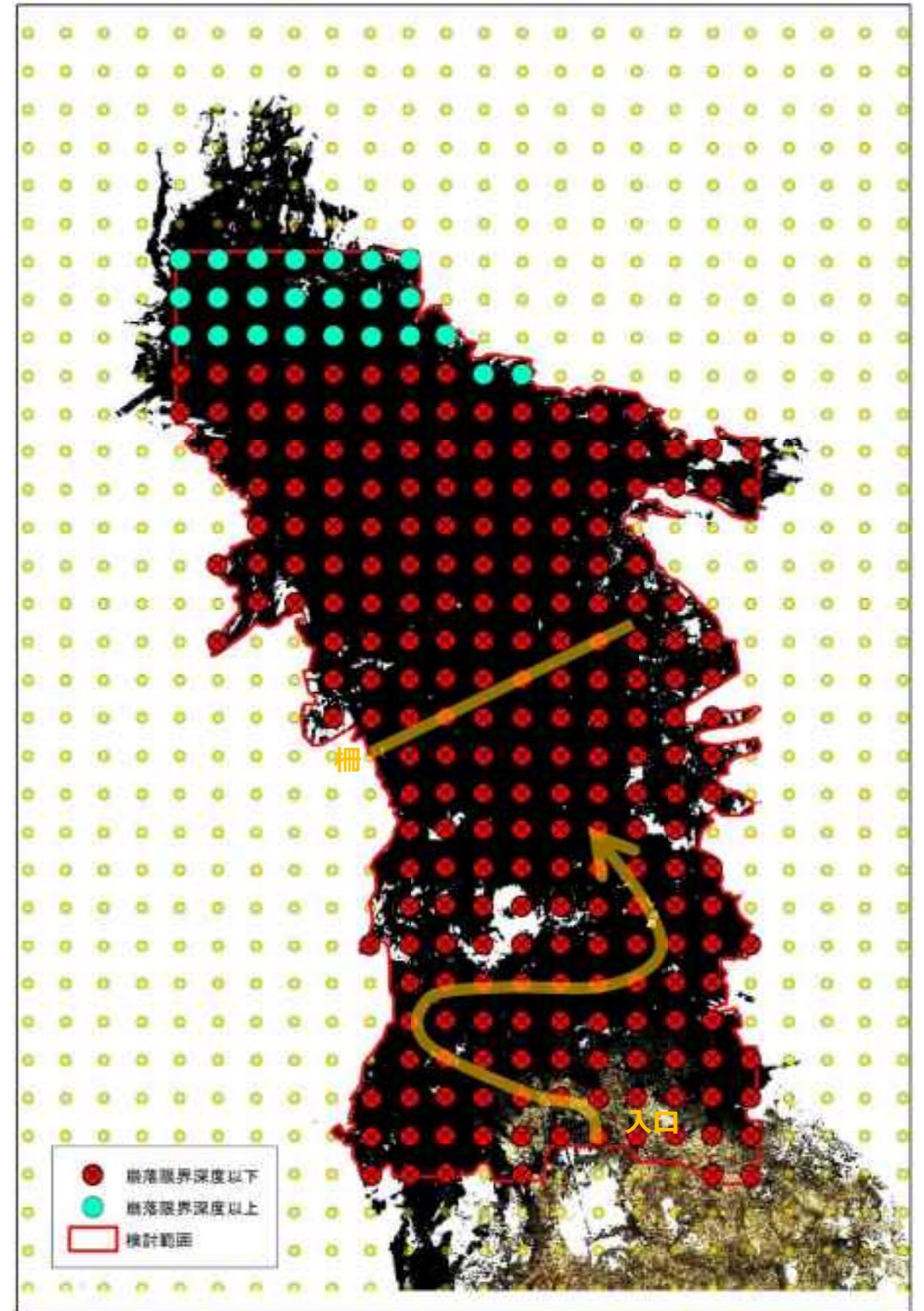


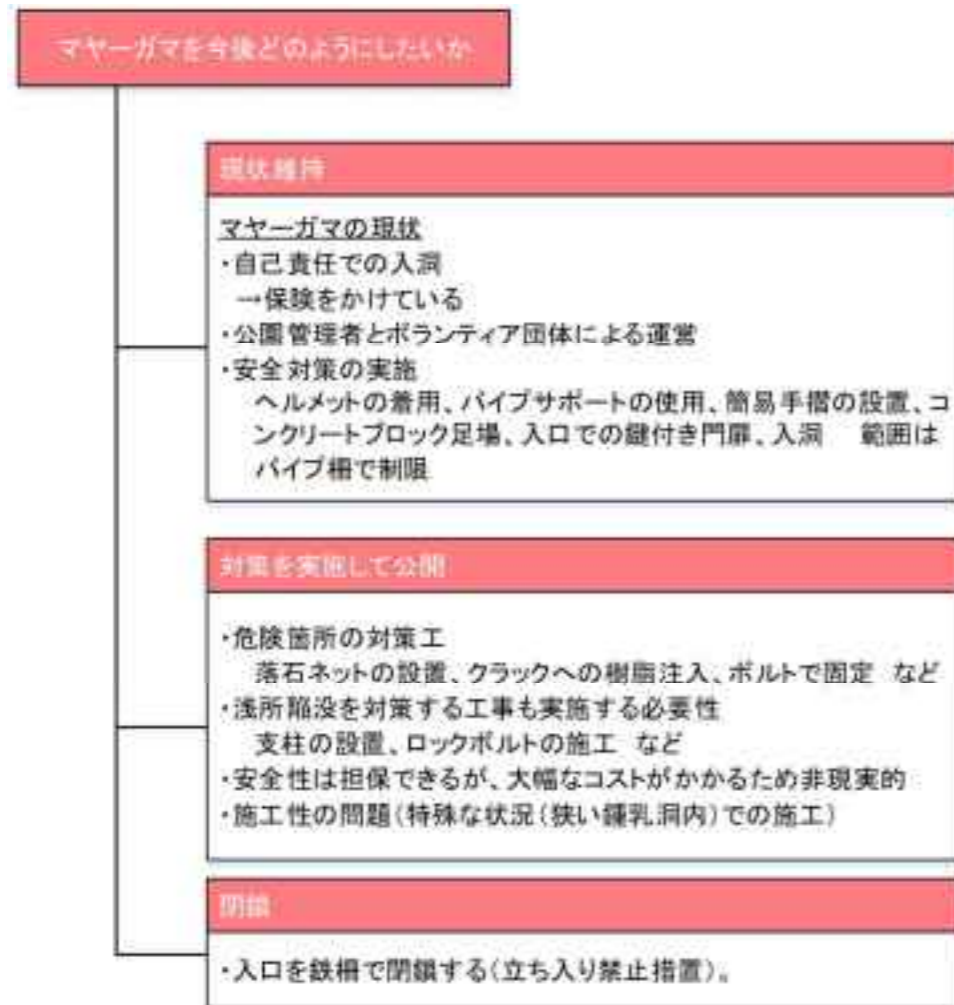
図 4-10 浅所陥没の危険性判定結果

## 5. 今後の方針について

- ① 危険箇所抽出によって抽出された AA ランクの箇所に関しては、岩塊が非常に不安定になっており、早い段階で対策を実施することが望ましい。
- ② 一方で、ガマ全体の安全性としては、ガマの大部分で浅所陥没の危険性があると判断された。

以上を踏まえ今後の方針を検討した。以下に整理フローとロードマップ案を示す。

現状維持で入洞する場合の危険性、膨大なコストが想定される対策工の実施、などを勘案するとガマの閉鎖が望ましいと思われる。



年次	内容	記事	備考
1年目	測量調査・内部調査	内空断面や土被り等に関する測量調査と目視観察を主体とした内部調査	本年度実施内容
2年目	対策工設計	危険度AAランクの地点に関して概略検討及び詳細設計	※仮に対策を実施した場合、その段階で以降起きる事故の責任は沖縄県になってしまう恐れ。
2年目	資料収集・類似事例調査	日本国内の一般公開されている壕やガマ、自然洞などについて、これまでの調査・検討の内容、運用形態や安全施設、安全対策等に関し資料収集を行うとともに、必要に応じてヒアリングを行う	※閉鎖した場所が何故閉鎖したのか
3年目	対策工工事	危険度AAランクの地点に対する対策工工事、安全対策 ただし、施工の実施や業務全体の進め方に関しては委員会の意見を踏まえる	※ガマ閉鎖までの応急的な対応完了 ※ガマ内の雰囲気(景観)が損なわれてしまう恐れ
3年目	委員会あるいは専門家意見徴収	調査結果について資料を取りまとめ、これに基づいて委員会の1回の現地見学(類似事例見学含む)と2回程度の委員会(あるいは意見徴収)を想定する。委員メンバーは5名程度。検討の内容は公開に向けての①安全性について、②公開方法、③公開時の運用形態等々。 想定される専門家分野は、地質、土木工学(トンネル・設備等)、史跡(文化財)、自然・公園、空間利用(建築・安全対策・保険?)、経営(経済)に行政(県)など	2回の委員会と1回の現地+類似例見学会。 県内の専門家を想定するが詳細は未定。県外の場合別途旅費等の発生 資料収集・類似事例調査が1年目に終了できれば、委員会は2年目に実施してもよい。ただし、少なくとも対策工設計終了後に委員会を実施するのが理想的である。
4年目	委員会での指摘事項に対する対応・追加調査・検討対応	未定(必要な追加調査・検討等)	
5年目	閉鎖?		