

多良間島の洞窟の3次元形態

石原 与四郎¹⁾ 佐藤 碧海¹⁾ 大岡 素平²⁾ 楠瀬 康大³⁾ 山崎 真治⁴⁾

3D Morphology of the Limestone Caves on Tarama-jima Island

Yoshio ISHIHARA¹⁾ Minami SATO¹⁾

Sohei OOKA²⁾ Kodai KUSUNOSE³⁾ Shinji YAMASAKI⁴⁾

1. はじめに

多良間島は、宮古島と石垣島のほぼ中間に位置しており、南北約4.3km、東西約5.8kmの楕円形をなす。島の地形は、島の北部の丘陵地を除いてはほぼ平坦であり、その地質は琉球層群の石灰岩からなる(大我ほか, 1974; 矢崎, 1977; 山田ほか, 2009; 大関ほか, 2014)。本島の洞窟群は、この琉球層群の石灰岩中に形成されている。多良間島に近い宮古島や石垣島では、沖縄県教育委員会(1980)により多くの洞窟が報告されているが、本島では洞窟の記載は行われなかった。しかしながら、洞窟群のいくつかは水源として利用されていたり、洞窟の地下水からは甲殻類が報告されている(藤田・砂川, 2008; Shimomura and Fujita, 2020)とおり、洞窟の存在は古くから知られている。本報告では頁数の都合上、多良間島総合調査報告書(石原ほか, 印刷中)に収録できなかった3次元計測を行った洞窟についてとりあげ、説明する。

2. 多良間島の洞窟群の概要

多良間島の洞窟群に関して、従来から知られていたもの、および洞窟探査によって再確認したものなど、計17の洞口や内部を確認した(図1・表1, 石原ほか, 印刷中)。リストに挙げたものの他にも更に多くの洞窟があることが想定されるが、ここでは

特に計測を行った洞窟についてその概要を紹介する。多良間島の洞窟は、小規模なものが多く、横穴や小規模な縦穴、斜洞が認められる。このうち、水源として用いられたものは大規模に改変され、洞窟の形態を残してないものもある。島の中央部から南半部に関しては現在農地となっており、露岩等は認められないため、洞窟の分布は北部の丘陵地周辺や海岸沿いの石灰岩露出部に集中する。

これらの洞窟のうち、アマガー、シュガーガー、ナガシガー、パリ°マガー、フシャトゥガー、フタツガーは村指定史跡となっており、いずれも洞窟内あるいは洞口部の改変が著しい。とくにナガシガーやパリ°マガー、フシャトゥガーは改変が著しく、洞窟の形態を残してないものも認められる。また、アマガー、カーバルガー、シュガーガー、フタツガー、ナガシガーにはプールの痕跡あるいは水没部が認められる。いくつかの縦穴が認められるが、ほとんどは洞口から床面が認められる浅いものと思われるが、詳細は不明である。

これらの洞窟のうち、比較的規模が大きい代表的な洞窟(アマガー、シュガーガー、シュフディの洞窟、タイチガマ、フタツガー)に関して、LiDARスキャナを用いて3D計測を行った。

¹⁾ 福岡大学理学部地球圏科学科 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1
Department of Earth System Science, Fukuoka University, 8-19-1, Nanakuma, Jonan-ku, Fukuoka, Fukuoka, 814-0180, Japan

²⁾ 株式会社 南都(おきなわワールド) 〒901-0616 沖縄県南城市玉城字前川1336
Nanto Co., Ltd. (Okinawa World), 1336, Maekawa, Tamagusuku, Nanjo, Okinawa 901-0616, Japan

³⁾ 西原町教育委員会 〒903-0111 沖縄県中頭郡西原町字与那城 152-5
Nishihara Town Board of Education, 152-5, Yonashiro, Nishihara, Nakagami, Okinawa 903-0111, Japan

⁴⁾ 沖縄県立博物館・美術館 〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち 3-1-1
Okinawa Prefectural Museum & Art Museum, 3-1-1, Omoromachi, Naha, Okinawa 900-0006, Japan

3. 洞窟の計測

計測を実施したこれらの洞窟については、そのデータを用いて、測量図を作成した。3D計測には、Leica BLK360 G1 Imaging Laser Scannerを用いた。本スキャナは、360,000点/秒、測距精度は10mで4mm、20mで7mm程度とされる。洞窟の向きはコンパスを用いて計測した大まかな方向を入れ、標高は相対標高を示す。

得られた3D点群データは、Leica Cyclone REGISTER 360 BLK editionで統合し、ノイズ等を除去した。これらの点群データは、CloudCompare 2.12.4 (<https://www.cloudcompare.org/>)で洞窟部のみ抽出し、約5mm間隔のデータとなるように間引きした。また、点群データを切断した断面図を作成した。さらにこれらに対して面モデルを作成した後、同データを点群として出力し、Surfer 30.2.24 (GoldenSoftware)で、20cmグリッド内の最も低い点をそのグリッドの代表値とし、等高線図を描いた。これにより、一般的な洞窟測量図に近い形態を出力できる。なお、本3D計測では水中部のデータは得られないので、水面を含む洞窟の形態は不十分なままである。

以下では計測を行った洞窟に関して、それぞれ3D形態、等高線図、断面図を示し、概要を記述する。なお、これらの記載の一部は多良間島総合調査報告書(石原ほか、印刷中)で簡略化して掲載している。

a. アマガー(図2, 図3上)

アマガーは多良間村役場から北に150mほど、海岸から直線距離で600mほど、標高約15mに位置する(図1)。遠見台石灰岩(矢崎, 1977)を主体とした丘陵部の南東端にあたり、本洞の洞口の北側には石灰岩の露出も認められるが、洞口周辺は改変されたと思われる平坦な地形である。本洞は古くから水源として利用されていたことから、村指定文化財(1983年指定)となっている(多良間村教育委員会, 1993)。そのため、洞口周辺は整備されており、さらに洞口から洞窟内まで階段が設置されている。

洞窟の伸びはほぼ南北から北北東-南南西方向の直線状で、洞口は北端にある。洞口からは緩やかに洞奥に向けて傾斜しており、地表面からの高低差

は13mほどである(図2, 図3上)。階段を降りたところにある雨滴線からは、直線距離で26mほど、高低差は10mほどである。洞口から10m、洞口から半分程度は天井高は5m程度であるが、それより奥では上方にもトレンチ状の通路が続いており、登攀することで上層部に至ることができる。この部分では8m近い天井高であるが、最奥部では再び天井が低くなり、プールの痕跡が認められる。横断面からは、東方向に傾く割れ目に沿った拡大を示す特徴が認められ、最大幅は6m程度である。

洞床部は洞口から洞奥まで改変が多く、階段や石垣が設置されているが、洞壁上部は自然洞窟のまま、発達した悪いものの二次生成物も認められる。また、洞床や壁際には陶器類の破片や貝殻などが認められる。最奥は平坦となっており、プールの痕跡である泥質堆積物がみとめられる。測量時には水は認められなかった(2025年2月)。

b. シュガーガー(図3下, 図4)

シュガーガーは多良間島北部の集落の北東端、海岸から約390mにある直径30mにも及ぶ陥没ドリーネ(標高約10m)の底に開口する(図1)。洞口周辺は小さな森となっているが、周辺はほぼ平坦な地形となっている。村指定文化財となっており(多良間村教育委員会, 1993)、洞口周辺およびドリーネ底は整備されている。洞外の遺跡部分については以前に試掘調査も行われている(多良間村教育委員会, 2001)。

シュガーガーは、陥没ドリーネの北側と南側の二方向に伸びる(図3下・図4)。陥没ドリーネ中央部は盛り上がり、両洞窟側に傾斜する。ドリーネの直径は30mほどで、北側の洞窟は雨滴線から15~20m、南側の洞窟も20mほど伸びる。北側の洞窟はドリーネ底からおよそ5mほど下ると水平方向に伸びている。天井高さはおよそ2~3m程度で、天井は水平である。断面では箱型の形状を持つ。南側に伸びる洞窟は、北側よりもやや横幅も大きく、8~10mほどある。北側の洞窟と同様に、およそ5mほどで水平な洞窟の伸びを示す。南側の洞窟の天井は北側の洞窟と同様にほぼ水平であるが、北側よりもやや高い。いずれの洞窟も最奥部は水没する。古くから水源として利用されており、現在も豊

富な水が認められる。また、洞窟は水中へと続く。両洞窟とも、床面は人為的な痕跡が多い。床面の堆積物は落盤礫および土壌からなる。洞床には陶器類や貝殻等の遺物が多量に散布している。

c. シュフディの洞窟 (図5～7, 図8上)

シュフディの洞窟は、多良間島北部の丘陵地の北斜面、地表地質では古砂丘分布域 (矢崎, 1977) に位置する。洞口は先島火番盛から北西方向に520m、海岸から85mほどにあり (図1)、周辺はなだらかな斜面をなす。標高は約9mであり、すぐ南側は丘陵地の斜面となっている。

洞口は海岸側 (北) に向かって開口する。開口部の大きさは斜面基部の露岩に沿って、ほぼ10～15mほどである (図5, 図8上)。洞口からは急傾斜の斜面が続き、洞奥では平坦化する。洞口からは7～8mで入洞ができなくなる。洞口から床面まではおよそ5mの高低差である。

床面は細粒な砂質堆積物が多く、部分的に石灰岩礫が露出する。最奥部はこのような未固結の砂質堆積物で埋没する。

洞内東側では、この洞床を覆う砂質堆積物 (明和津波の際に流入した堆積物の可能性が考えられる) 上面において、石灰岩礫の配列と、人骨 (未成人の上腕骨、尺骨、寛骨)、シャコガイ (シラナミ類) がまとまった状態で確認された (図6, 図7)。周辺にはタカラガイ (ホシダカラ) やチョウセンサザエ、ヌノメガイの散布も認められた。詳細は未調査であるが、シャコガイ直下から採取した炭化物 (シャコガイの内面側に付着していた堆積物中に見られた炭化物) から 170 ± 15 ^{14}C BP (PLD-53454) の放射性炭素年代を得た (山崎ほか, 印刷中)。較正年代では誤差が大きくなるものの、この年代は明和津波の年代 (1771年) を前後する頃に相当する可能性がある。このことから、今回確認された石灰岩礫の配列と人骨は、当時の死者を葬った墓である可能性も考えられるため、引き続き詳しい調査を実施予定である。

d. タイチガマ (図8下, 図9)

タイチガマは、多良間島北部の丘陵地の西端にある孤立した丘陵の北麓基部に位置し、上述のシュフディの洞窟から西に130m、海岸から60m、標高

約10mに開口する (図1)。洞口は多良間島を周回する道路の道路脇の藪にある。地質的には古砂丘分布域 (矢崎, 1977) に開口する。難破船の乗組員が一時避難したという伝承があるようだが、今回の踏査では関連する遺物等は認められなかった。

洞口は高さ・幅ともに狭く、這っていく必要があるが、すぐに幅が広くなる (図8下, 図9)。天井はおよそ20mほどの区間はほぼ水平で、その奥では斜洞となる。洞口から最奥部までは直線距離でおよそ30mほど、高低差は洞口からは7m、道路面からは8.5mほどである。洞口から10mほどの洞中央部は天井高3mほど、幅10m、奥行き8mほどのホール状の空間となっており、背が立つほどの高さがある。このホール状の空間から南側は洞奥方向に傾斜しており、天井も低い。

床面のほとんどは落盤礫、シルト質堆積物を主体としており、一部で母岩が風化したとみられる石灰質の細粒堆積物が認められる。二次生成物は一部で発達がよく、ケイブパール等も認められる。

e. フタツガー (図10, 図11)

フタツガーは多良間島西部、多良間空港の滑走路から西に150m、海岸から約220m、標高約8mに開口する (図1)。地質分布としては、古砂丘分布域に相当し、天川石灰岩とパナリ石灰岩の境界付近にあたる (矢崎, 1977)。洞窟内部に水源が認められ、村指定文化財となっている (多良間村教育委員会, 1993)。

洞窟は陥没ドリーネ底に東洞口と西洞口の2つの洞口をもち、海岸方向と陸方向におおよそ東西方向に延びる。陸側の洞窟は陥没ドリーネ縁からおおよそ-5～-7mの深度で延び、最奥は水没する。その連続性は測量図では不明瞭であるが、ドリーネ縁からは水平方向におおよそ30mほど続く。天井高は1～2m程度で、断面は横方向に延びる平坦な形状を示す。床面の起伏はやや大きいですが、基本的には幅10m内外の洞窟が水平方向に続く。一方、海岸側に延びる洞窟は、洞口から35～40mほど続く。東側の洞窟に比べるとやや起伏が少なく、洞奥には地底湖が連続する (図10, 11)。

本洞窟の洞床は、洞口部の腐植土や土壌を除いては石灰岩礫からなり、一部にサンゴ礫や貝殻などを

含む。

4. おわりに

多良間島の洞窟の実態は史跡の他は水中洞窟が認められるごく限られたものであり、3D計測が行われた事例も認められなかった。多良間島総合調査報告書（石原ほか、印刷中）では、探査を行った洞窟の概要および写真等を用いて解説したが、計測結果に基づいて作成された測量図は載せることができなかった。これら調査では、ごく限られた調査期間に行われた上、豎穴は入洞しておらず、洞窟の特徴をまとめるには不十分な状況にある。しかしながら、現時点では、多良間島の洞窟として以下のような傾向のあることを指摘できるだろう。すなわち、多くの洞窟はそれほど大きな規模を持つものではないこと、おそらくは岩相に依存する水平方向への発達が顕著なこと、二次生成物の発達は限られること、洞窟内に遺物や流入性の海浜堆積物（津波堆積物？）が認められることがあることなどである。しかしながら、水中洞窟も認められることや、未踏査地域も多いこと、入洞していない洞窟の実態は不明であることからさらなる調査が望まれる。

謝辞

調査にあたり、多良間村教育委員会の桃原薫氏、沖縄県立芸術大学の藤田喜久氏には、多良間島の湧水・洞窟についてさまざまにご教示いただきました。記して謝意を表します。本調査の一部の旅費には、福岡大学推奨研究プロジェクトを利用した。

参考文献

石原与四郎・佐藤碧海・大岡素平・山崎真治、印刷中、多良間島の洞窟群の概要。多良間島総合調査報告書。沖縄県立博物館・美術館。
藤江明雄、2002、先島諸島多良間島の古砂丘より産出した陸産貝類化石群集。VENUS, 60, 295-302。
藤田喜久・砂川博秋、2008、多良間島の洞穴性および陸性十脚甲殻類。宮古島市総合博物館紀要, 12, 53-80。

町田 洋・太田陽子・河名俊男・森脇 広・長岡信治、2001、日本の地形7 九州・南西諸島。355。東京大学出版会。

沖縄県教育委員会、1980、沖縄県洞穴実態調査報告。沖縄県天然記念物調査シリーズ, vol. 19, 142p。

太田陽子・堀 信行、1980、琉球列島の第四紀後期の地殻変動に関する一考察。第四紀研究, 18, 221-240。

大我晴敏・古川博恭・小倉乙郎、西田民雄、1974、沖縄県多良間島の地下水。日本地質学会第81年学術大会講演要旨。

大関 萌・今井 遼・高柳栄子・井龍康文、2014、琉球列島多良間島に分布する琉球層群の層序および年代。日本地質学会第121年学術大会講演要旨。

Shimomura, M. and Fujita, Y., 2020, *Heteromysoides taramensis*, a new species of mysid (Mysida: Mysidae) from an anchialine cave on Tarama Island, Ryukyu Islands, southwestern Japan. *Zootaxa*, 4895 (1), 135-145. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4895.1.8>

多良間村教育委員会、1993、『多良間村の遺跡―村内遺跡詳細分布調査報告―』。

多良間村教育委員会、2001、『塩川御嶽遺跡ほか発掘調査報告書』多良間村文化財調査報告書第12集。

山田茂昭・與那原信夫・祖父江久徳、2009、多良間島の第四系琉球層群と水理地質的特徴。日本地質学会第116年学術大会講演要旨。

矢崎清貫、1977、地域地質研究報告 5万分の1 地質図幅 多良間島。28p。

山崎真治・楠瀬康大・菅原広史・大岡素平・石原与四郎、印刷中、多良間島における考古学・人類学的調査―コテ遺跡・仲筋のヤマトピストウトウンバラの発掘調査―。多良間島総合調査報告書。沖縄県立博物館・美術館。

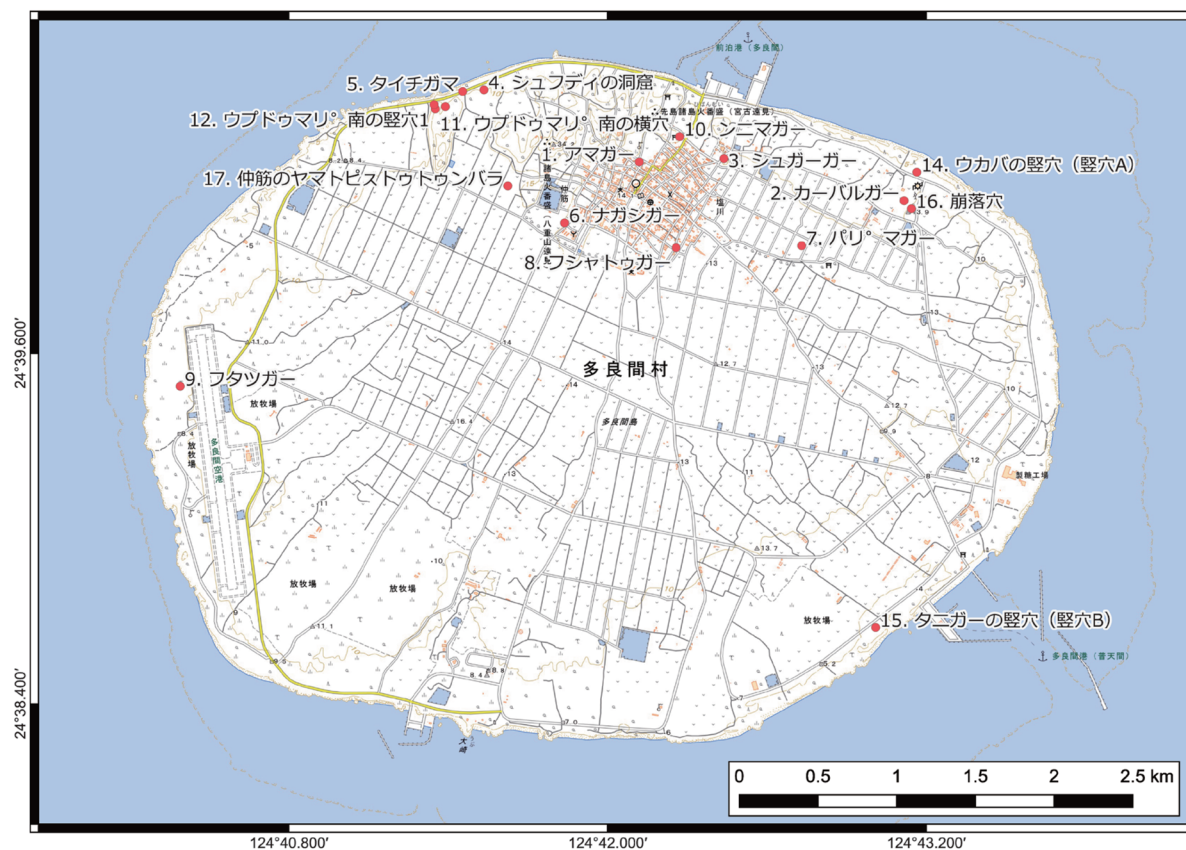


図1 多良間島の洞窟分布

表1 多良間島の洞窟リスト

No.	名称	緯度	経度	標高(m)	指定	特徴
1	アマガー			15	村指定史跡	高低差 10 m ほどの斜洞。人為的改変。プールの痕跡。
2	カーバルガー			9		洞奥には湧水。シャコガイ等の散布。
3	シュガーガー			10	村指定史跡	ドリーネ底から2方向に延びる。最奥部は水没。
4	シュフディの洞窟			9		斜洞。砂質堆積物で埋没。人骨等が認められる。
5	タイチガマ			10		横穴。ホール状の空間。母岩の風化が著しい。
6	ナガシガー			15	村指定史跡	著しい改変。
7	バリマガー			11	村指定史跡	著しい改変。
8	フシャトゥガー			14	村指定史跡	著しい改変。
9	フタツガー			8	村指定史跡	横穴。洞奥は水没。多良間島では最も大きい。
10	ンニマガー			15		斜洞。クラック状の洞窟で、床面には石灰質砂が認められる。
11	ウブドゥマリ°南の横穴*			11		斜洞。巻貝や海浜砂が分布する。
12	ウブドゥマリ°南の竪穴1*			13		直径 1 × 2 m 程度の洞口で、詳細は不明。
13	ウブドゥマリ°南の竪穴2*			15		詳細不明。
14	ウカバの竪穴 (竪穴A)*			7		陥没状の竪穴。詳細不明。
15	タニガーの竪穴 (竪穴B)*			4		洞口部にハシゴが認められる。詳細不明。
16	崩落穴*			11		詳細不明。
17	仲筋のヤマトピストゥトゥンバラ			14		巨大な転石の下に認められる。試掘調査済 (山崎ほか印刷中)。

*印のある洞窟名称は仮称

WEB非公開

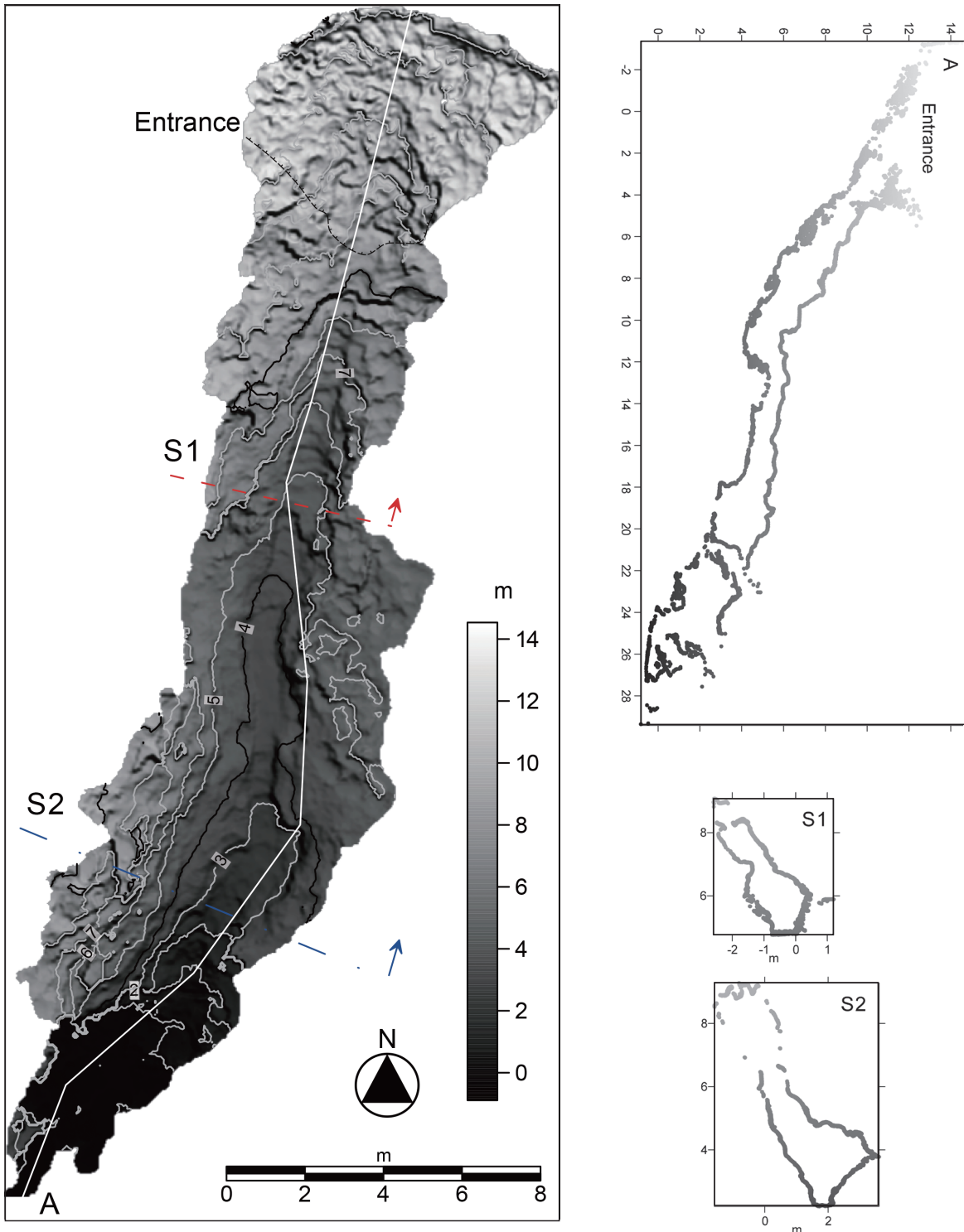


図2 アマガリの3D測量図
 平面図中のNはおおよそ北を示す。

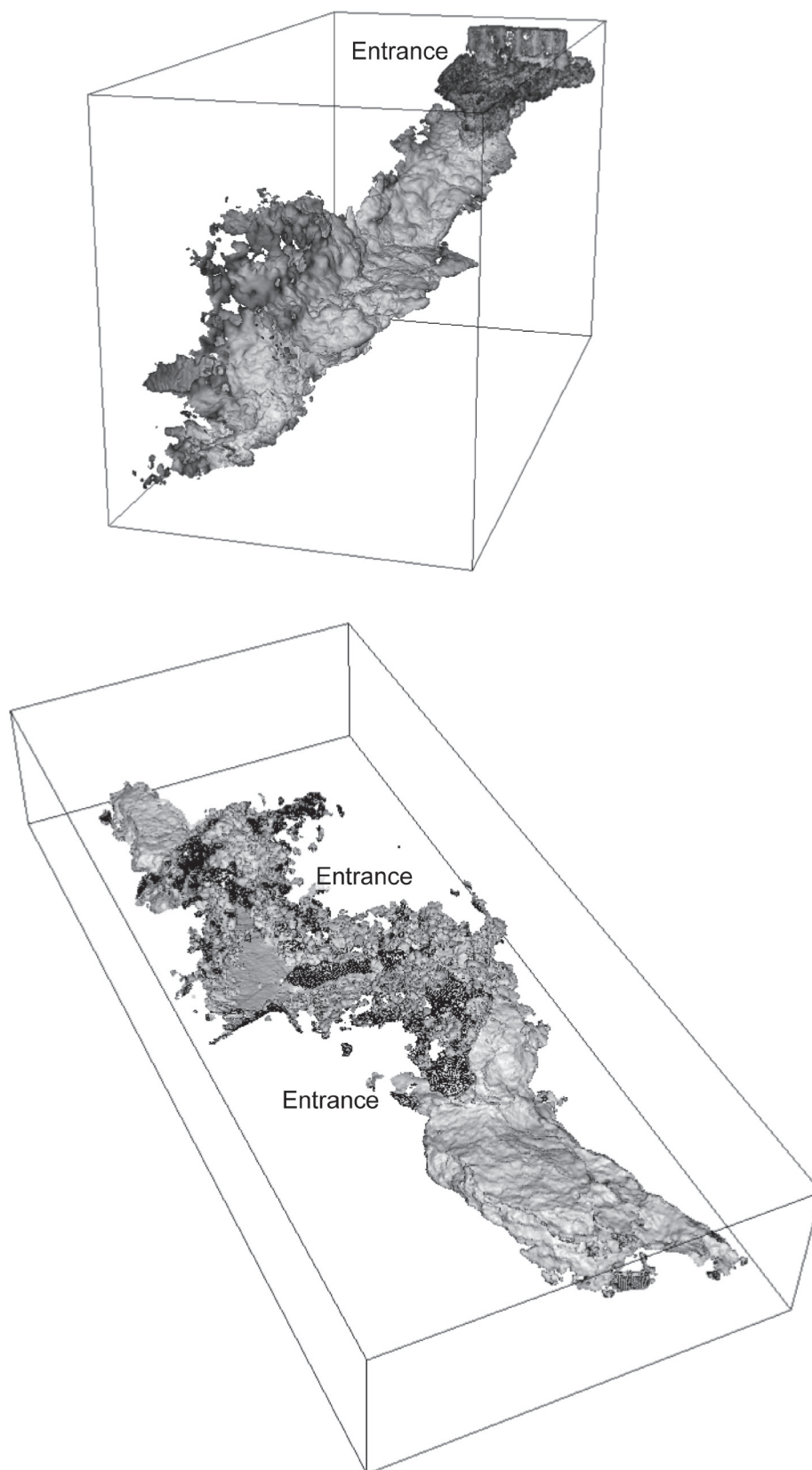


図3 アマガー(上)とシュガーガー(下)の俯瞰図

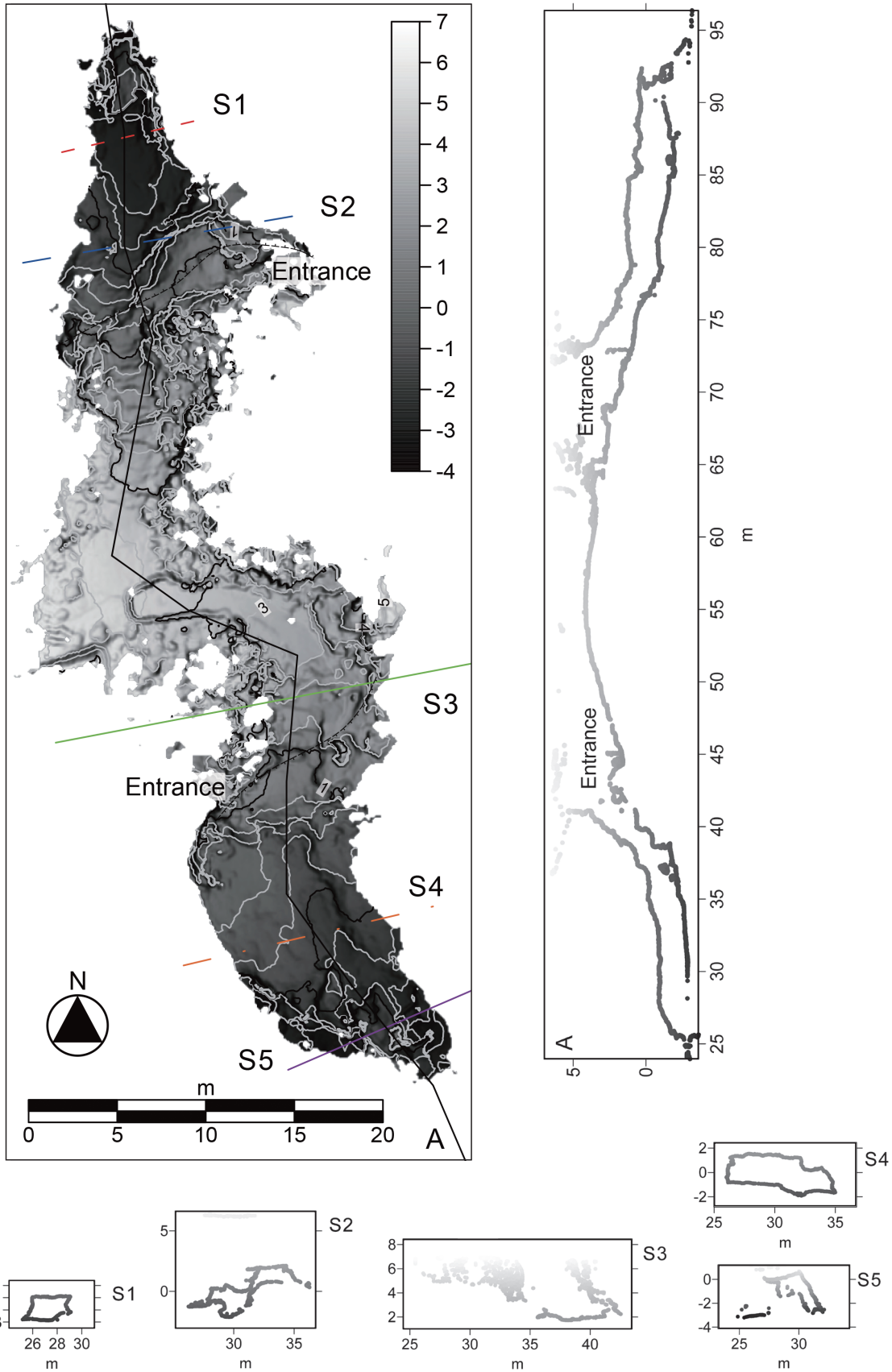


図4 シュガーガンの3D測量図
 平面図中のNはおおよそ北を示す。

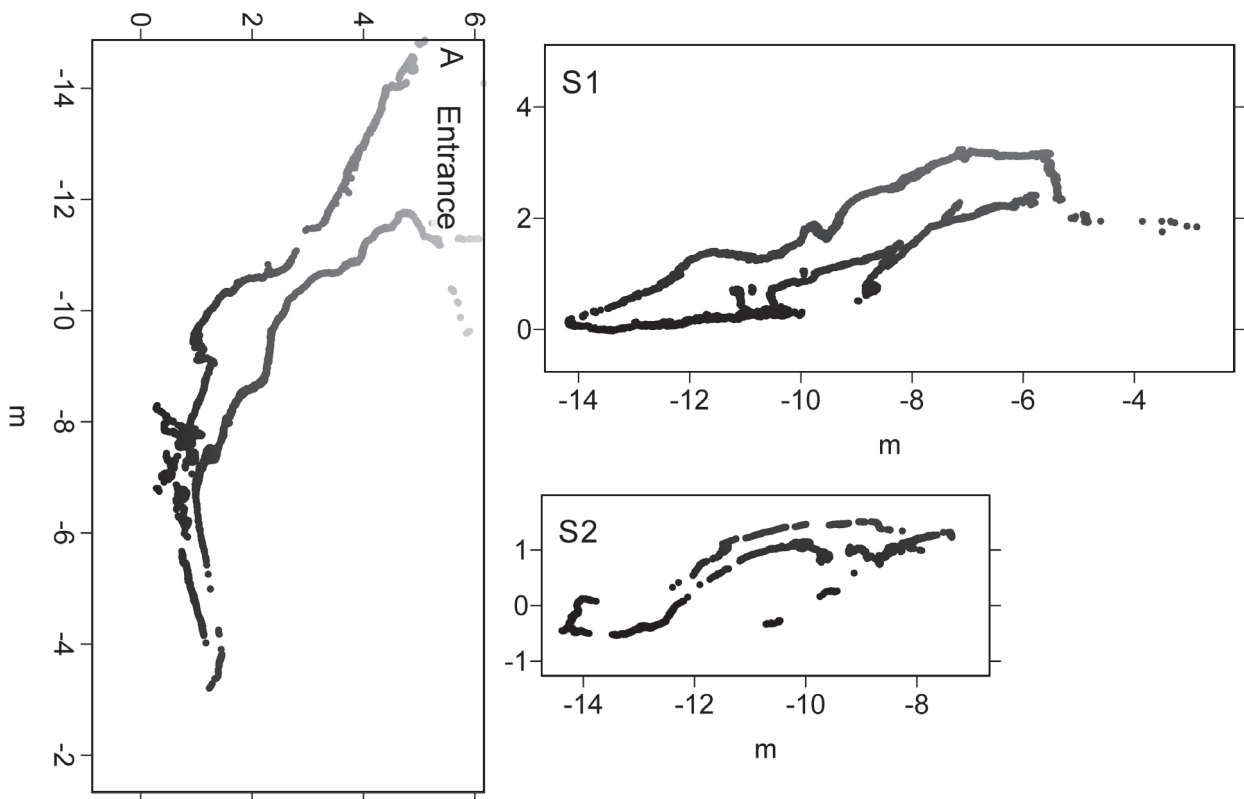
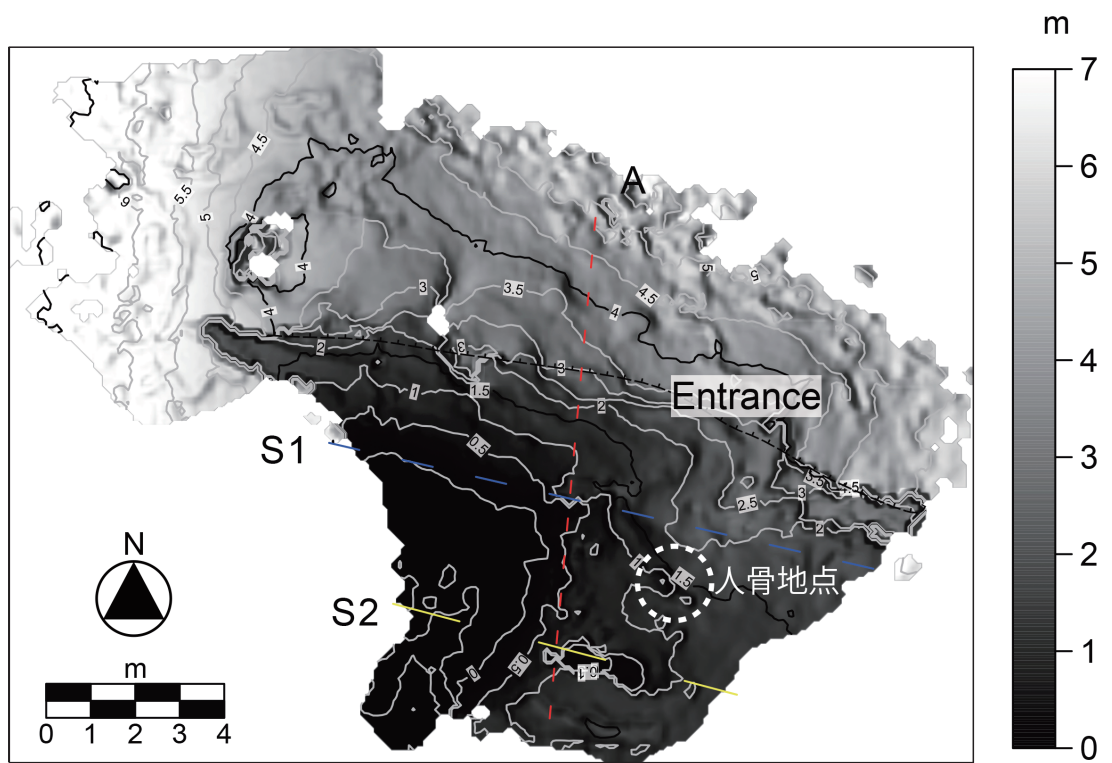


図5 シュフディの洞窟の3D測量図
 平面図中のNはおおよそ北を示す。

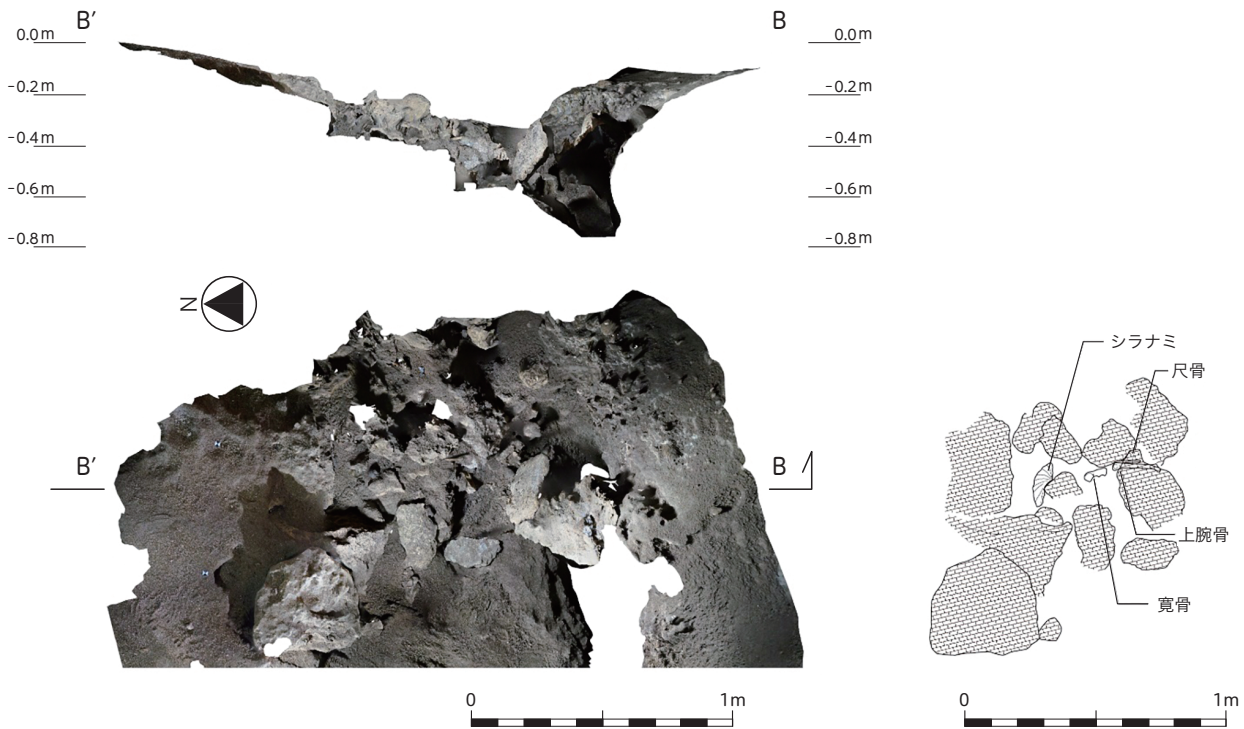


図6 シュフディの洞窟の人骨出土状況平面図

平面図中のNはおおよそ北を示す。右図が発見当初の状態の見取り図。左図では一部の石・貝と人骨が移動されている。(立面図の標高は任意)



図7 シュフディの洞窟の人骨(上腕骨・尺骨・寛骨)(左)とシャコガイ(シラナミ類)(右)

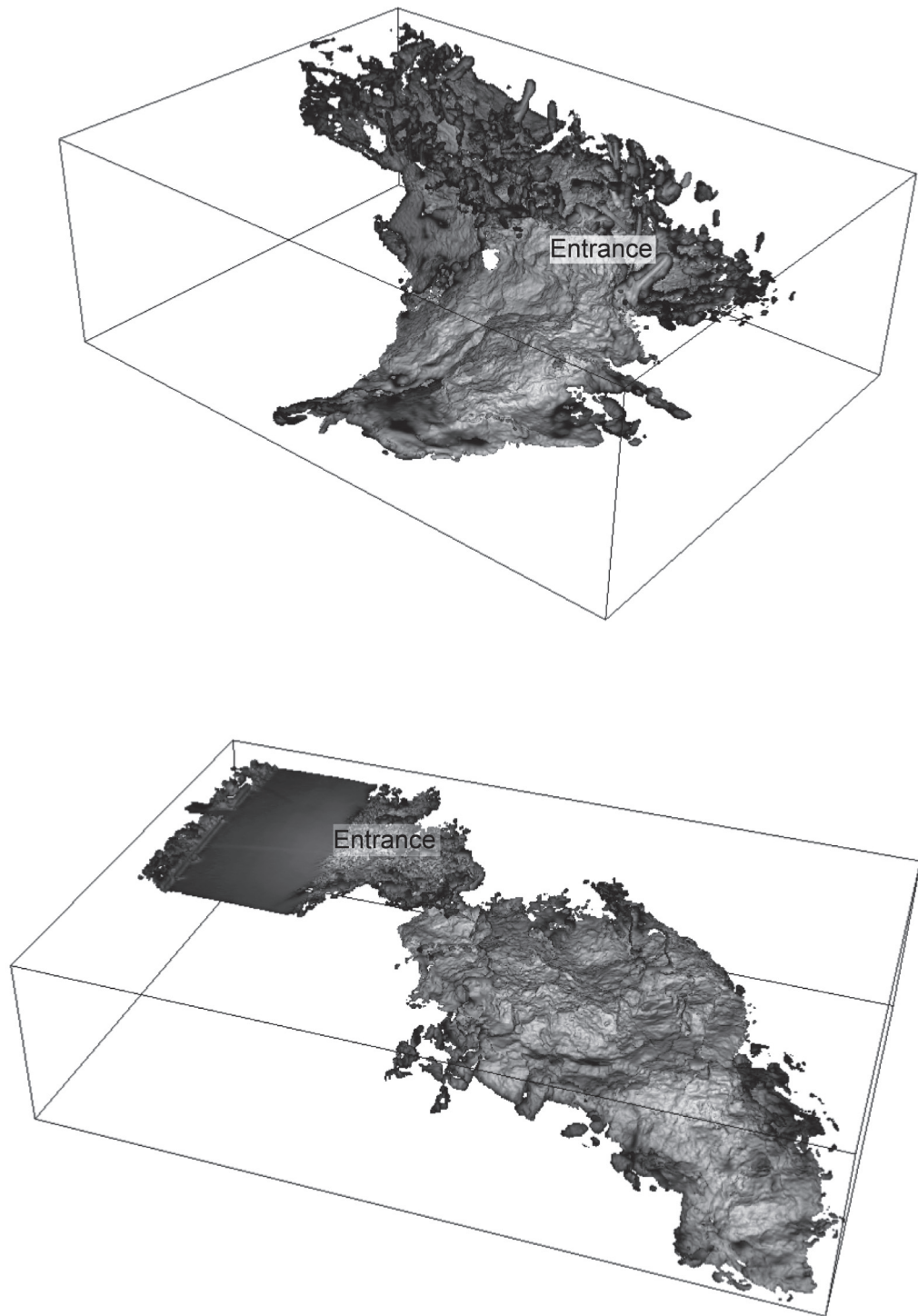


図8 シュフディの洞窟(上)とタイチガマ(下)の俯瞰図

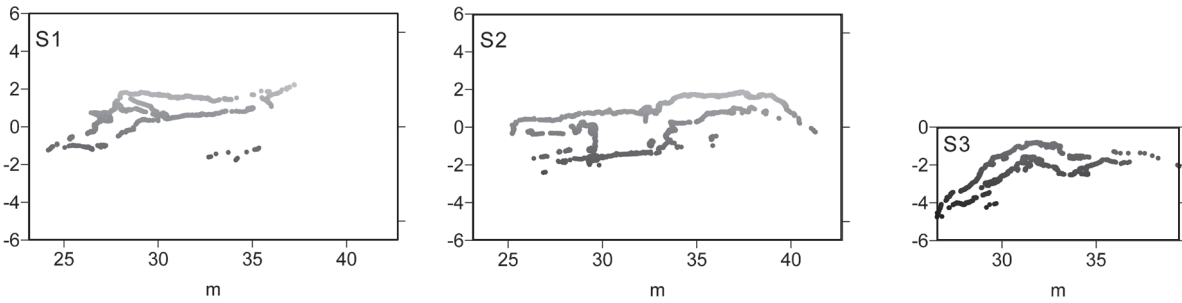
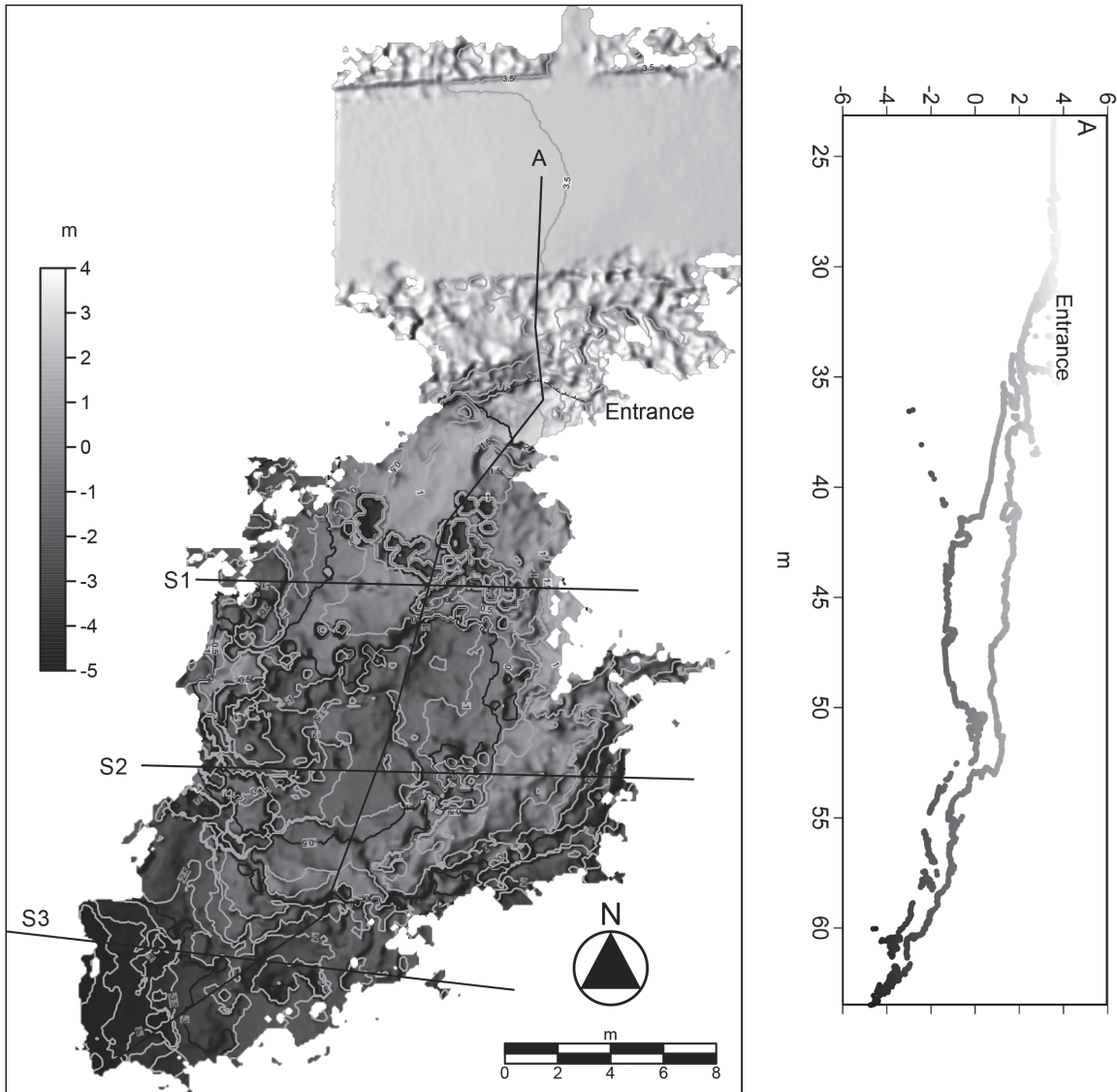


図9 タイチガマの3D測量図
 平面図中のNはおおよそ北を示す。

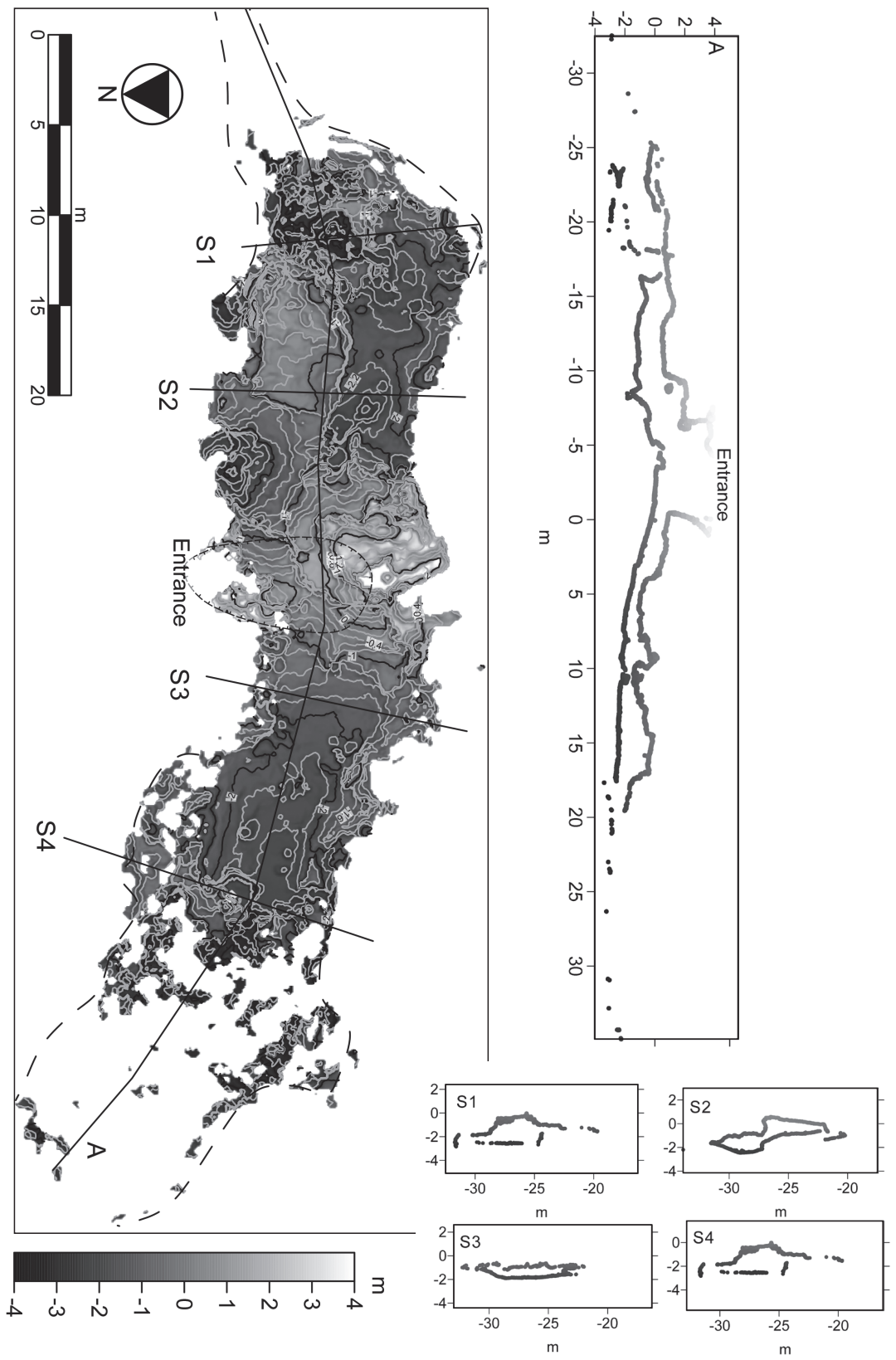


図10 フタツガーの3D測量図
 平面図中のNはおおよそ北を示す。

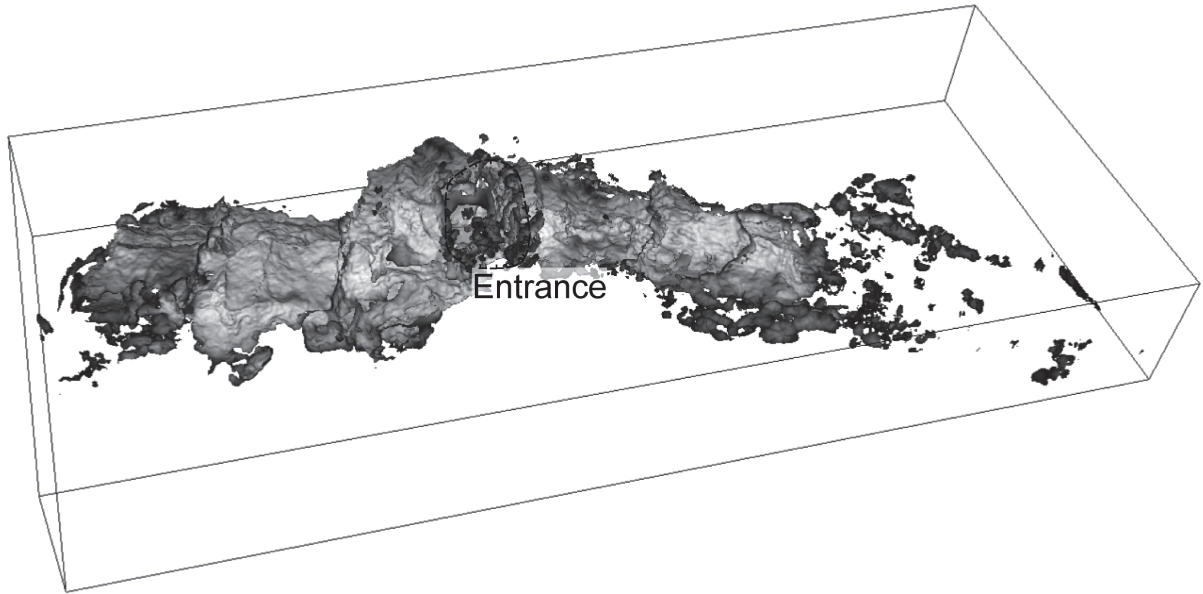


図11 フタツガーの俯瞰図