

Investigation of embankment at east site in the head of the Aizome River, Atami City, Shizuoka Prefecture, central Japan.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2023-01-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北村, 晃寿, 山下, 裕輝, 矢永, 誠人, 中西, 利典, 森, 英樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00029317

静岡県熱海市逢初川源頭部の東側地点の 盛土に関する調査速報

北村晃寿^{1,2}・山下裕輝³・矢永誠人⁴・中西利典⁵・森 英樹⁶

Investigation of embankment at east site in the head of the Aizome River, Atami City, Shizuoka Prefecture, central Japan.

AKIHISA KITAMURA^{1,2}, YUKI YAMASHITA³, MAKOTO YANAGA⁴,
TOSHIMICHI NAKANISHI⁵ and HIDEKI MORI⁶

はじめに

2021年7月3日午前10時30分頃、静岡県熱海市伊豆山地区の逢初川沿いで土石流が発生し、伊豆山港に至り相模湾へ流入した(図1)。その後の調査で、逢初川の源頭部には大量の盛土があり、それが崩落し、土石流が発生したことが分かった(静岡県, 2021a)。国土地理院(2021)によると、2009年から2019年までに形成された盛土の体積量は約56,000m³と見積もっており、静岡県(2021a)はそのうちの約55,500m³が崩落したと報告している。また、静岡県(2021b)は、盛土には、褐色の土砂と黒色の土砂があり、褐色の土砂は現地周辺のものに類似するが、黒色の土砂は、他所から搬入された土砂と推測するとともに、盛土と土石流堆積物のCa含有率から、土石流となって流下した土砂の混合比率を黒色の土砂が75～85%で、褐色の土砂が15～25%と推定している。

木村(2021)は、静岡県の公表した現場写真をもとに、盛土は三層構造で、2009年6月期前の盛土層、褐色の土砂、黒色の土砂の順に重なり、2021年7月3日の崩落崖

は、褐色の土砂、黒色の土砂の境界付近にあたるとした。この解釈が正しいのならば、黒色の土砂は褐色の土砂よりも崩落しやすい性質を有していた可能性があり、これが崩落の原因の一つになりうる。したがって、黒色の土砂の性状に関する調査は重要である。

黒色の土砂については、逢初川の源頭部の西側の地点(図1b: 地点B1)に分布する土砂の調査結果を北村ほか(2022a)が公表している。本稿は、第一著者の北村が源頭部の東側の地点(図1b: 地点E)から採取した黒色の土砂の調査結果である。ここは、2022年4月30日の静岡新聞が報じた「崩れずに残っているながら静岡県が公表していない盛土」のうち逢初川の源頭部の北東側の盛土である。本研究の結果、砂粒子の組成と含有貝類の種組成は、西側地点のものとは異なることが分かった。逢初川の源頭部の未崩落の盛土への対応に、これらのデータは重要な新知見であるので、ここに速報する。

2022年5月14日受付 2022年5月31日受理。

Received: 14 May 2022 Accepted: 31 May 2022

¹ 静岡大学理学部地球科学教室, 422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

² 静岡大学防災総合センター, 422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

³ 静岡大学大学院総合科学技術研究科, 422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

⁴ 静岡大学理学部放射科学教育研究推進センター, 422-8529 静岡市駿河区大谷836

⁵ ふじのくに地球環境史ミュージアム, 422-8017 静岡県静岡市駿河区大谷5762

⁶ 静岡大学技術部教育研究支援系教育研究第二部門, 422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

¹ Institute of Geosciences, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

E-mail: kitamura.akihsa@shizuoka.ac.jp

² Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

³ Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

⁴ Center for Radioscience Education and Research, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

⁵ Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 5762 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8017 Japan

⁶ Division of Technical Service, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan



図1 熱海市伊豆山地区の土石流の流路と試料採取地点。北村（2021）を一部改変。a-b：土石流の流路と試料採取地点。c：逢初川源頭部の崩壊地形。画像は静岡県（2021c）を使用。d：地点B1から見た地点E。No. 1-8は静岡県（2021b）の試料採取地点。画像は地理院地図（2021）を使用。



図2 地点Eの状況。

採取地点と分析方法

2022年3月30日と5月2日に北村が逢初川の源頭部の東側の地点E (N35°7' 19.32", E139°4' 22.65") の盛土の黒色の土砂を調査した (図1b)。盛土は樹木に覆われており、若木の根元に黒色の土砂が露出し、部分的に崩れている (図2)。約200gの土砂を採取するとともに、約10分間、約10m²四方で貝類を採取した。

土砂は約100gを60°Cのオーブンで24時間乾燥後、約20gのサブ試料を粒度分析、約40gのサブ試料を放射性セシウム濃度の測定、約5gのサブ試料を全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN) 及び全硫黄 (TS) の含有量測定、約5gのサブ試料を粒子組成の分析に供した。

粒度分析は8000µm以下の粒子について、乾燥重量を測定後、目開き63、90、125、180、250、355、500、710、1000、2000、4000µmのふるいで水洗し、ふるいに残った粒子の乾燥重量を測定した。これらの測定値と水洗前の乾燥重量から63µmより小さい粒子の重量を算出した。

放射性セシウム濃度の測定用試料は、U8容器に封入し、静岡大学理学部放射科学教育研究推進センターの所有する高純度ゲルマニウム半導体検出器 (SEIKO EG&G 社 GMX25P4-70 および MCA-7a) を用いたγ線スペクトロメトリーにより、¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を定量した。¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs の値は、2011年3月11日の東北日本太平洋沖地震に伴う巨大津波による福島第一原子力発電所の事故で大気中に放射性セシウムが放出されたとされる2011年3月15日 (Adachi *et al.*, 2013) を基準に減衰補正を行った。

TOC、TN、TSの含有量測定試料については、ふるいにかけて63µm以下の粒径の試料を得た後、メノウ乳鉢で粉末化し、ふじのくに地球環境史ミュージアムのCHNS分析装置 (Flash 2000, Thermo Fisher Scientific 社製) で測定した。

粒子組成の分析については、ふるいで0.35–0.50mmの粒子を抽出し、樹脂に包埋し、薄片を作成し、500個の粒子の組成を偏光顕微鏡で同定した。

貝殻については、水洗し、乾燥させ、写真撮影を行い、奥谷編 (2017) に基づき、種を同定した。

結果

本研究の結果を源頭部の西側の地点B1の黒色の土砂の結果と合わせて図3–7と表1–3に示す。

粒度組成は、地点B1の黒色の土砂は最頻値が63µm以下の泥質物 (含泥率は24.5%) にあるのに対して、地点Eの土砂の最頻値は180–125µmにあり、含泥率は18.3%

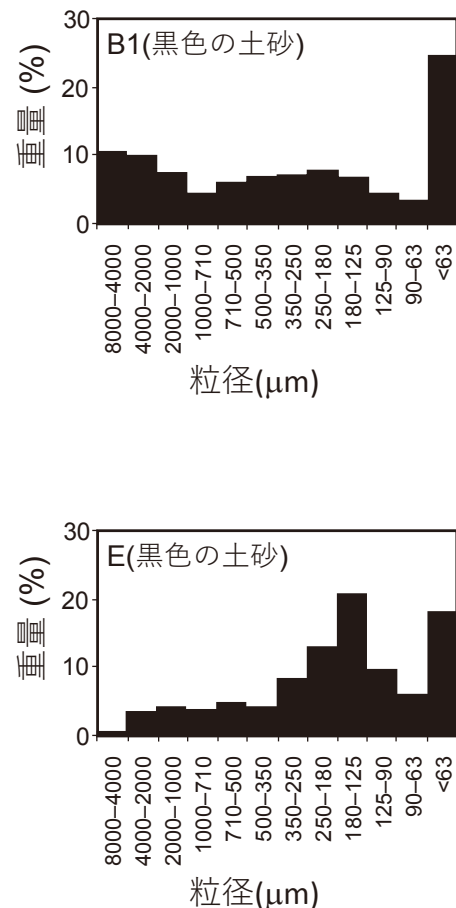


図3 地点B1とEの黒色の土砂の粒度組成。地点B1の粒度組成は北村ほか (2022a) から引用。

表1 各試料の泥粒子の全有機炭素量、全窒素量、全硫黄濃度、放射性セシウム濃度。*は北村ほか (2022a, b)、**は本論文。放射性セシウム濃度のNDは検出限界未満。カッコ内は検出限界値。

	全有機炭素	全窒素	全硫黄	Cs-137 (Bq/kg乾土) (2011/03/15補正值)	Cs-134 (Bq/kg乾土) (2011/03/15補正值)
地点B1 盛土・黒色の土砂*	2.27	0.14	0.13	1.8 ± 0.6	ND (< 60)
地点B2 盛土・褐色の土砂*	1.54	0.10	0.04	9.5 ± 0.8	ND (< 61)
地点B3 土石流堆積物*	2.09	0.13	0.10	4.8 ± 0.7	ND (< 59)
地点A2 土石流堆積物*	2.48	0.20	0.18		
地点A5 土石流堆積物*	2.12	0.17	0.20	4.8 ± 1.1	ND (< 101)
地点S1 土壌*	5.50	0.29	0.11		
地点S2 土壌*	1.20	0.14	0.02		
地点E**	2.18	0.14	0.29	1.2 ± 0.4	ND (< 32)

濃度の単位は重量%

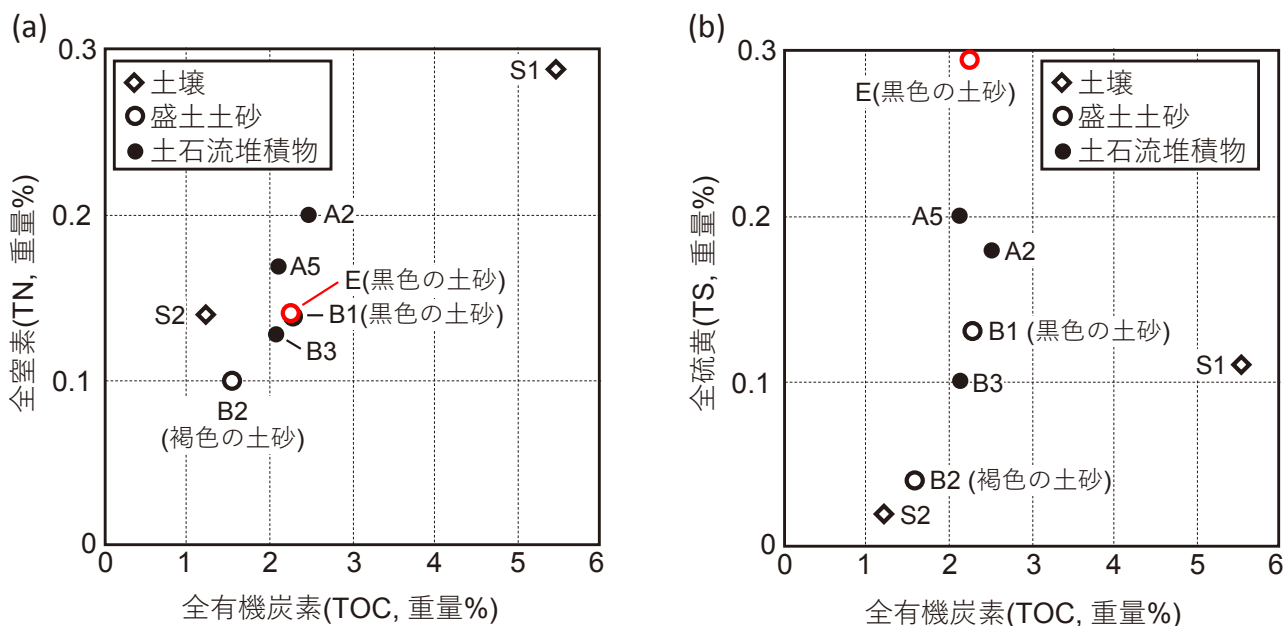


図4 各試料の泥粒子の全有機炭素量, 全窒素量, 全硫黄量の関係. (a) 全窒素量-全有機炭素量の散布図. (b) 全硫黄量-全有機炭素量の散布図. 地点E以外のデータは北村ほか (2022a) から引用.

であった (図3).

放射性セシウム濃度は, ^{137}Cs 濃度は $1.2 \pm 0.4 \text{ Bq/kg}$ 乾土で, ^{134}Cs は検出限界未満であった (表1).

泥質物の全有機炭素 (TOC), 全窒素 (TN) 及び全硫黄 (TS) の含有量については, TOCとTNは地点B1とEの土砂は同じ値をとるが, TSは地点Eの土砂 (0.29%) は地点B1 (0.13%) の約2倍である (図4, 表1). 地点EのTSは, 北村ほか (2022a) の測定した3地点の土石流堆積物 (地点A2, A5, B3) や2地点S1とS2の土壌よりも高い.

350-500 μm サイズの粒子組成については, 地点B1と比較すると, 地点Eの土砂は石英がわずかで (1.0%), 生物源石灰砕屑物を多く含み (6.0%), 黒雲母をわずかに含む (1.4%) 点で異なる (図5, 図6).

貝類については, 地点Eの土砂は *Umbonium moniliferum* (イボキサゴ), *Meretrix lusoria* (ハマグリ) を多産し, *Phacosoma japonicum* (カガミガイ)などを産する (図7, 表3). 前2種は地点B1の黒色の土砂からも地点B3の土石流堆積物からも見つからない. *P. japonicum*に関しては, 地点B1の *Phacosoma* sp. が同種の可能性がある.

以上のように, 含有する貝類種から, 地点Eの黒色の土砂は, 地点B1の黒色の土砂と同様に, 供給源の一部が沿岸堆積物であることが判明した. 沿岸堆積物は, 波浪や沿岸流で砕屑粒子の円磨が進む. 球粒子の安息角は複雑形状を有する粒子の安息角より小さいので (松島, 2015), 沿岸堆積物を含む黒色の土砂の安息角は, 褐色の土砂のそれよりも低い可能性があり, 前述の通り, 黒色の土砂は褐色の土砂よりも崩落しやすい性質を有していた可能性がある.

一方, 砂粒子の組成や含有する貝類種の相違から, 地点Eの黒色の土砂は, 静岡県 (2021b) や北村ほか (2022a) の報告した黒色の土砂とは採取地が異なることが判明し

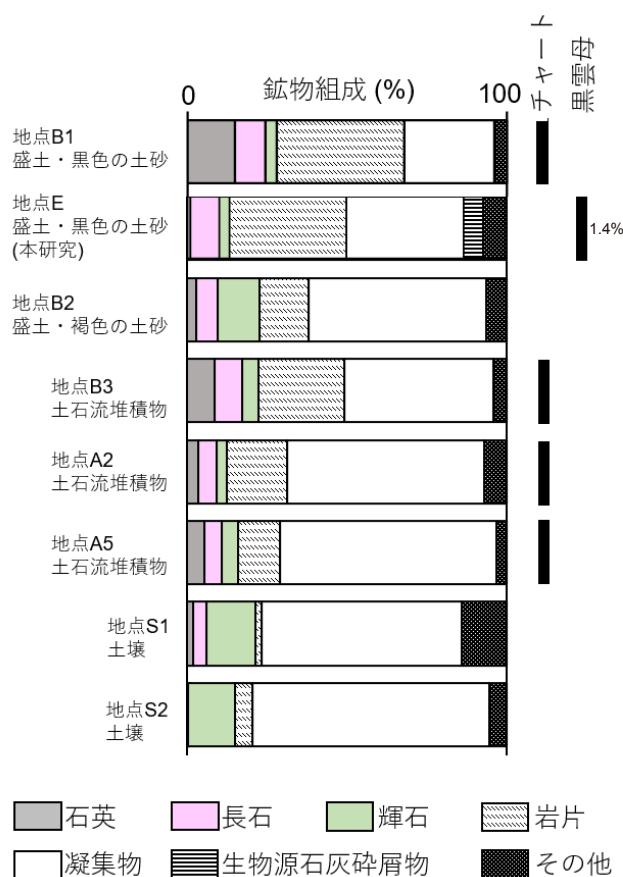


図5 各試料の砂粒子の組成. 地点E以外のデータは北村ほか (2022a) から引用.

表2 各試料の0.35–0.50mmの粒子の組成。地点E以外のデータは北村ほか（2022a）から引用。

	石英	長石	輝石	岩片	凝集物	生物源石灰 碎屑物	その他・ 不明	計
地点B1 盛土・黒色の土砂*	67 (14.8%)	43 (9.5%)	16 (3.5%)	181 (40.0%)	127 (28.1%)	0 (0%)	18 (4.1%)	452
地点B2 盛土・褐色の土砂*	10 (2.8%)	24 (6.7%)	47 (13.2%)	54 (15.2%)	198 (55.6%)	0 (0%)	23 (6.5%)	356
地点B3 土石流堆積物*	47 (8.7%)	46 (8.6%)	28 (5.2%)	143 (26.6%)	252 (46.8%)	0 (0%)	22 (4.1%)	538
地点A2 土石流堆積物*	14 (3.4%)	24 (5.8%)	14 (3.4%)	78 (18.8%)	257 (61.8%)	0 (0%)	29 (7.0%)	416
地点A5 土石流堆積物*	24 (5.5%)	23 (5.3%)	23 (5.3%)	57 (13.0%)	297 (67.1%)	0 (0%)	14 (3.2%)	438
地点S1 土壌*	4 (1.9%)	9 (4.2%)	33 (15.4%)	4 (1.9%)	134 (62.6%)	0 (0%)	30 (14.0%)	214
地点S2 土壌*	0 (0%)	1 (0.2%)	65 (14.9%)	23 (5.3%)	323 (74.1%)	0 (0%)	24 (5.5%)	436
地点E 盛土・黒色の土砂**	5 (1.0%)	45 (9.0%)	16 (3.2%)	184 (36.8%)	184 (36.8%)	30 (6.0%)	36 (7.2%)	500

*北村ほか(2022a), **本研究

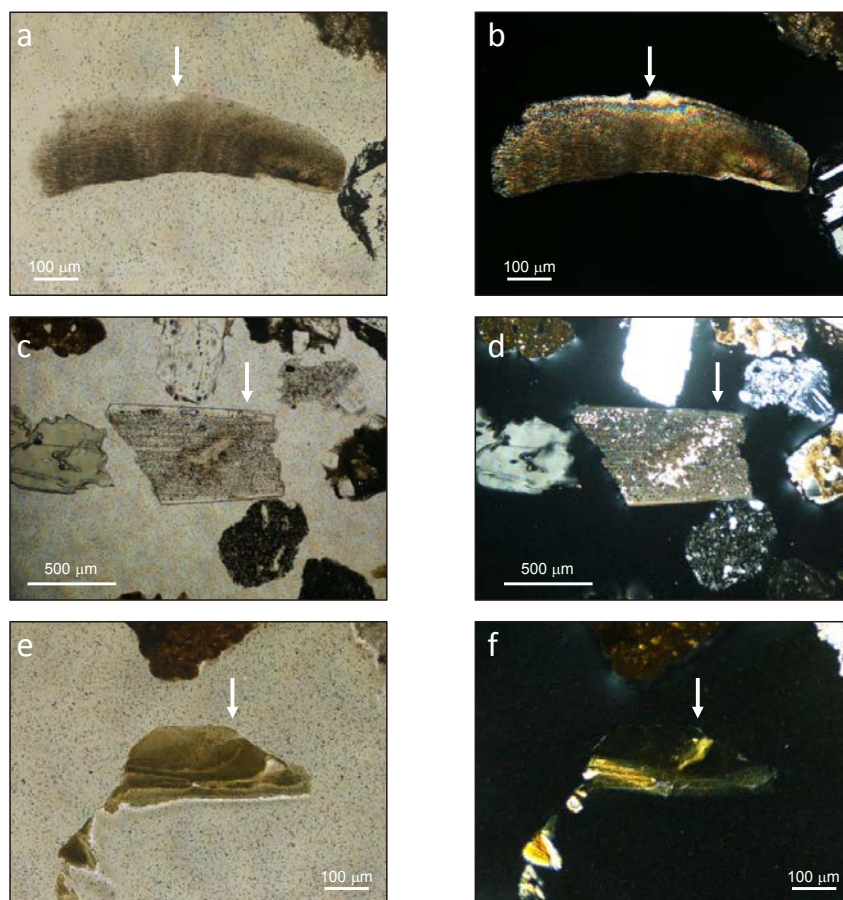


図6 地点Eの黒色の土砂中の生物源石灰碎屑物と黒雲母の薄片写真。a, bは軟体動物の硬組織の破片, c, dは棘皮動物の硬組織の破片, e, fは黒雲母。a, c, eは開放ニコルでの顕微鏡写真で, b, d, fは直交ニコルでの顕微鏡写真。

た。このことは、力学的性質も異なっている可能性を示唆するので、今後の対策に十分配慮する必要がある。なお、採取地に残された土砂の調査から得られる力学的性質の平均や範囲の情報は、盛土の力学的性質の推定に最も確実な制約を与えるので、本稿の分析結果をもとに、採取地の特定を行いたい。

謝辞

立ち入り禁止区域内の調査に協力いただいた熱海市と静岡県の関係者と、本稿にコメントをいただいた静岡大学理学部の佐藤慎一教授とJulien Legrand博士に感謝申し上げます。本研究の経費は静岡大学防災総合センターと未来社会デザイン機構の予算を使用した。

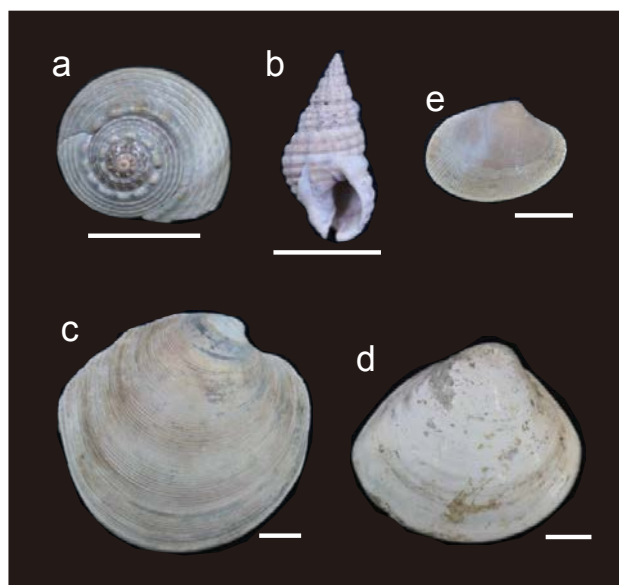


図7 含有する貝類の写真。スケールバーは全て1cm。a: *Umbonium moniliferum*, b: *Zeuxis castus*, c: *Phacosoma japonicum*, d: *Meretrix lusoria*, e: *Ruditapes philippinarum*。

引用文献

- Adachi, K., Kajino, M., Zaizen, Y. & Igarashi, Y. (2013), Emission of spherical cesium-bearing particles from an early stage of the Fukushima nuclear accident. *Scientific Report*, **3**, 2554.
- 地理院地図 (2021), <https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html> 2021年7月4日引用。
- 木村克己 (2021), 熱海市の逢初川土石流災害の地形・地質的背景。深田地質研究所年報, No. 22, 185–202.
- 北村晃寿 (2022), 静岡県熱海市伊豆山地区の土砂災害現場の盛土の崩壊斜面と土石流堆積物から見つかった海生二枚貝の貝殻。第四紀研究, **61** (印刷中), doi: 10.4116/jaqua.61.2114.
- 北村晃寿・岡寄颯太・近藤 満・渡邊隆広・中西利典・堀 利栄・池田昌之・市村康治・中川友紀・森英樹 (2022a), 静岡県熱海市伊豆山地区の土砂災害現場の盛土と土石流堆積物の地球化学・粒子組成分析。静岡大学地球科学研究報告, **49**, 73–86.
- 北村晃寿・矢永誠人・岡寄颯太・片桐 悟・中西利典・森 英樹 (2022b), 静岡県熱海市逢初川の砂防堰堤の埋積土の放射性セシウム濃度と粒子組成の層位変化 —2021年7月3日の土石流堆積物の識別—。静岡大学地球科学研究報告, **49**, 87–95.
- 国土地理院 (2021), 崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図 (7月6日第3報公開) https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R3_0701_heavyrain.html#4 2021年7月8日にダウンロード
- 松島亘志 (2015), 斜面崩壊・流動解析における粒子形状モデリングの意義。砂防学会誌, **67**, 73–77.
- 奥谷喬司編 (2017), 日本近海産貝類図鑑 第二版, 1382p, 東海大学出版会。
- 静岡県 (2021a), 難波副知事記者会見 令和3年7月8日 <https://www.youtube.com/watch?v=ihq8hpwGA0w> 2021年7月9日引用。
- 静岡県 (2021b), 熱海市伊豆山地区土石流土質調査結果

表3 地点B1, B3, Eの土砂に含有する貝類のリスト。地点E以外のデータは北村 (2022) から引用。数字は個数。

種名	地点		
	B1 盛土の西側地点	E 盛土の東側地点	B3 土石流堆積物
<i>Umbonium moniliferum</i> イボキサゴ		8	
<i>Zeuxis castus</i> ハナムシロ		1	
<i>Crassostrea</i> sp. マガキ属	左右不明1	2	左右不明1
<i>Scapharca kagoshimensis</i> サルボウガイ			左殻1, 右殻1
<i>Scapharca</i> sp. サルボウガイ属			左右不明1
<i>Mactra veneriformis</i> シオフキ	左殻1	左殻1	
<i>Ruditapes philippinarum</i> アサリ	右殻1	左殻1, 右殻3	
<i>Phacosoma japonicum</i> カガミガイ		左殻1, 右殻1	
<i>Phacosoma</i> sp. カガミガイ属	左右不明1		
<i>Meretrix lusoria</i> ハマグリ		左殻5, 右殻9	
<i>Mya arenaria oonogai</i> オオノガイ			左殻1

(速報) <http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-350/sabouka/documents/doshitucyousakekka.pdf>
2021年9月9日引用.

静岡県 (2021c), 2021年7月3日静岡県熱海市土砂災害
動画. ドローン撮影動画1. <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/20210703-atami-movie> 2022年5
月13日引用.

静岡新聞 (2022), 熱海土石流「落ち残り盛り土」1万立
方メートル存在か. 朝刊, 1p. 2022年4月30日.

著者貢献

北村晃寿: 試料採取, 粒度組成, 砂粒子の鉱物種・岩石
種の同定, 貝類の同定, 全体総括, 論文執筆を担当. 山
下裕輝: 泥粒子の TOC, TN, TS の分析を担当. 矢永誠
人: 放射性セシウム濃度の測定, 論文執筆を担当. 中西
利典: 泥粒子の TOC, TN, TS の分析を担当. 森 英樹:
薄片作成を担当.