

令和6年能登半島地震による石川県金沢市田上新町の盛土崩壊の調査—未崩落盛土粒子組成と放射性セシウム濃度

北村晃寿^{1*,2}・矢永誠人^{2,3}・森 英樹⁴

Investigation of the embankment collapse in Tagamishinmachi, Kanazawa City, Ishikawa Prefecture, caused by the Reiwa 6 Noto Peninsula Earthquake: grain compositions and radiocesium concentration in uncollapsed embankments.

AKIHISA KITAMURA^{1*,2}, MAKOTO YANAGA^{2,3} and HIDEKI MORI⁴

I. はじめに

2024年1月1日16時10分頃に発生した令和6年能登半島地震(M7.6)により、石川県金沢市田上新町の崖地の一部で盛土崩壊が起き、石川県内灘町西荒屋で液状化・流動化現象が発生した。北村ほか(2024a, b)は両地点で現地調査を行うとともに、盛土の土砂や噴砂した砂などを採取し、粒度分析を行った。その結果、田上新町の滑落崖に見られる未崩落盛土(試料1, 2)は、内灘町の内灘砂丘の露頭の堆積物(試料8)と噴砂堆積物(試料9)よりも若干細粒だが、ともに非常に分級が良い細粒~中粒砂であることが分かった(表1)。

そこで、本論では未崩落盛土の採取地に関する情報を得るため、北村ほか(2024a, b)が分析した未崩落盛土の2試料について、粒子組成を分析し、放射性セシウム濃度を測定した。また、盛土と類似した粒度組成を持つことから、盛土の採取地の可能性がある内灘砂丘の堆積物(試料8)と内灘町の噴砂堆積物(試料9)についても粒度組成を分析した。それらの結果をここに報告する。

なお、内灘砂丘は1950年代以前に形成されたものなので(藤, 1975)、その堆積物は¹³⁷Csと¹³⁴Csを含まない。したがって、本研究では、試料8と9の放射性セシウム濃度を測定していない。

II. 調査地域と試料

金沢市田上新町の盛土崩壊地では、滑落崖に未固結で分級の非常に良い黄褐色細粒砂層が露出している。砂層の厚さは1.6m以上で、側方に15m以上連続し、上下・側方ともに均質である。砂層は盛土であり、北村ほか(2024a, b)は、ここから試料1と2を採取した。

一方、大規模な液状化・流動化現象が発生した石川県内灘町西荒屋は、内灘砂丘とその陸側にある河北潟の境界に位置する。この西荒屋の砂丘斜面の一部に分級の良い黄褐色中粒砂層が露出しており、北村ほか(2024a, b)はここから試料8を採取した。また、西荒屋の1か所の噴砂堆積物から試料9を採取した(北村ほか, 2024a, b)。

図1は、上記の4試料の乾燥した状態の写真である。全体的な色調は淡褐色であり、試料間で大きな差は見られない。各地点のさらなる情報は、北村ほか(2024a, b)を参照いただきたい。

III. 分析方法

北村ほか(2024a, b)は、20gの堆積物の粒度組成を目開き32, 63, 90, 125, 180, 250, 355, 500, 710, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 μ mのふるいで水洗し、残渣の乾燥

2025年1月6日受付 2025年2月28日受理。

Received: 6 January 2025 Accepted: 28 February 2025

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

⁴静岡大学技術部教育支援系教育研究第二部門, 422-8529 静岡市駿河区大谷836

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

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

³Center for Radioscience Education and Research, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

⁴Division of Technical Service, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, 422-8529 Japan

*責任著者, *Corresponding Author: kitamura.akihisa@shizuoka.ac.jp

重量から決定した。その結果、未崩落盛土試料の最も占有率の高い区間は180–250 μm サイズであり、試料1と2の占有率は44.7%と41.9%であった。そこで、本研究では、4試料とも、そのサイズの粒子をエポキシ系樹脂に包埋後、薄片を作成し、無作為に選んだ500個の粒子を偏光顕微鏡で観察し、鉱物種と岩石種を同定した。測定した粒子の写真を図版1～4に示し、同定の結果は付表1～4に記した。

後述するが、岩片には褐色の粒子（褐色岩片）、無色の粒子（無色岩片）、褐色と無色のものが混合した粒子（岩片（混合））がある。そこで、本研究では、これらを

区分するために印象図（図2）を作成し、それを基に分類した。

未崩落盛土の2試料に関しては、放射性セシウム濃度を測定した。具体的には、試料から約50gを分取し、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で、 ^{134}Cs と ^{137}Cs を測定した。 ^{134}Cs と ^{137}Cs の値は、2011年3月11日の東北地方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

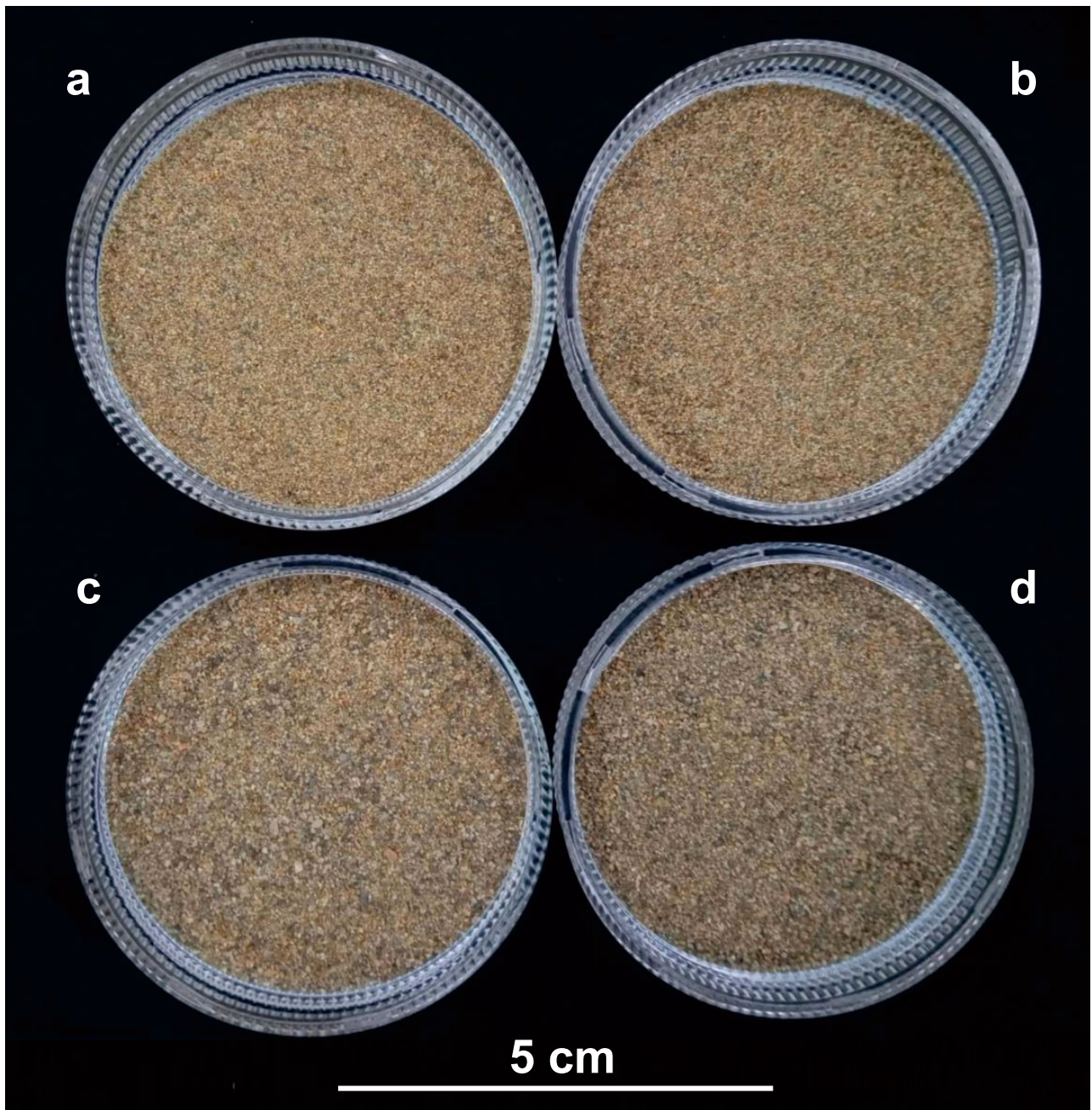


図1 乾燥試料の写真。aは試料1（未崩落盛土）、bは試料2（未崩落盛土）、cは試料8（内灘砂丘）、dは試料9（噴砂堆積物）。試料1, 2, 8, 9は北村ほか（2024a, b）に基づく。

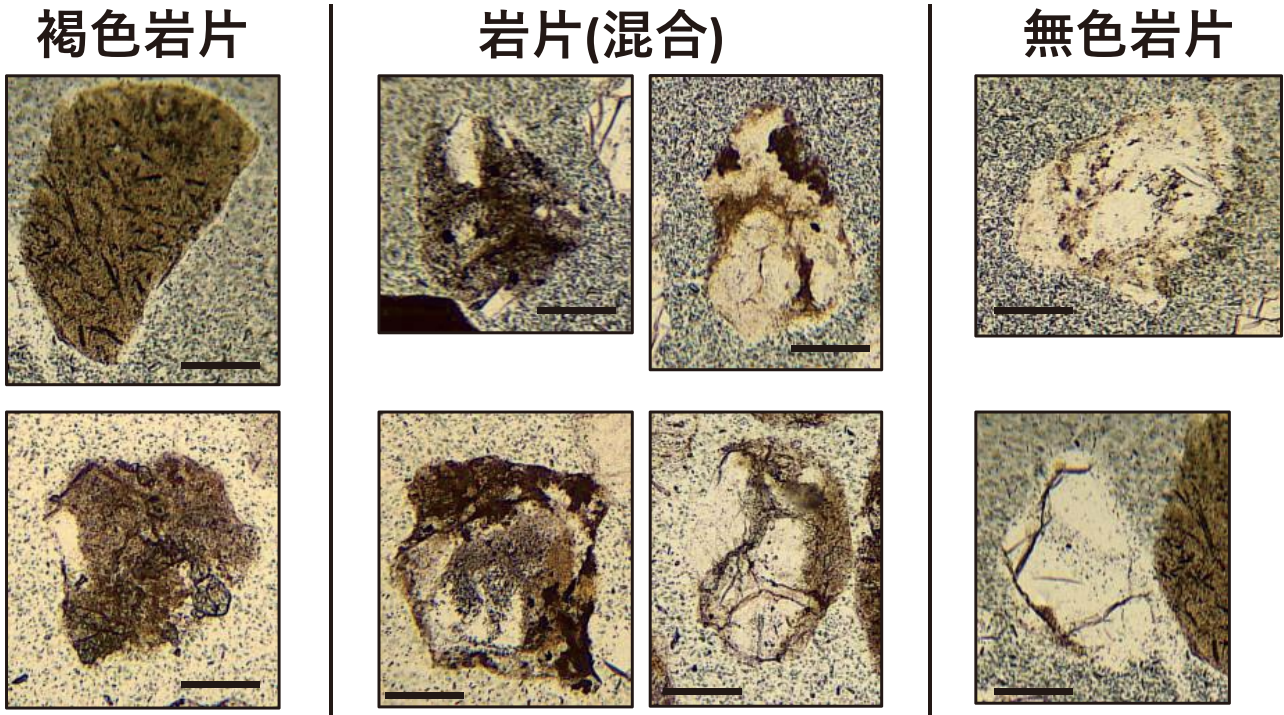


図2 開放ニコル下での褐色岩片、無色岩片、岩片（混合）の区分。スケールは100μm.

表1 各試料の粒度組成（北村ほか, 2024a, b）、180–250μmの粒子組成、盛土の放射性セシウム濃度。NDは検出限界未満。カッコ内は検出限界値。¹³⁴Csと¹³⁷Csの2011/03/15補正值とは、2011年3月15日（Adachi *et al.*, 2013）を基準にした減衰補正した値のことである。

試料番号	採取地点	平均粒径 (φ)	標準偏差 (φ)	含泥率 (%)	褐色岩片 (%)	無色岩片 (%)	岩片(混合) (%)	石英 (%)	長石 (%)	角閃石 (%)	輝石 (%)	Cs-137(Bq/kg乾土) (2011/03/15補正值)	Cs-134(Bq/kg乾土) (2011/03/15補正值)
1	未崩落盛土	2.1	0.7	2.2	45.6	16.0	13.6	18.2	5.8	0.4	0.4	ND(< 1.1)	ND(< 61)
2	未崩落盛土	2.1	0.7	2.2	50.2	13.8	8.2	18.2	9.0	0.6	0	ND(< 1.0)	ND(< 55)
8	内灘砂丘の堆積物	1.8	0.7	1.8	48.0	13.0	7.4	19.8	11.4	0.4	0	未測定	未測定
9	内灘町の噴砂	1.8	0.8	2.4	46.6	12.0	5.8	24.2	9.8	0.6	0.6	未測定	未測定

15日（Adachi *et al.*, 2013）を基準に減衰補正を行った。

IV. 結果

粒子組成については、全試料で褐色岩片が最も卓越し、次いで石英、無色岩片、長石の順であった（表1, 図3）。それらの占有率はそれぞれ45.6–50.2%、18.2–24.2%、12.0–16.0%、5.8–11.4%であった。生物源粒子や石灰質粒子は含まれなかった。

放射性セシウム濃度については、両試料ともに¹³⁷Csと¹³⁴Csは検出限界未満であった。

V. 考察

田上新町の滑落崖に見られる未崩落盛土（試料1, 2）と、内灘砂丘と噴砂の堆積物（試料8, 9）の平均粒径は、前者は2.1φで、後者は1.8φであり、前者のほうが細粒であった（北村ほか, 2024a, b）（表1）。一方、粒子組成については、褐色岩片を主体とすることや、主要粒子の順位（褐色岩片≫石英>無色岩片>長石）は共通してい

る（表1）。褐色岩片は主に風化によって変色した砂岩の岩片と考えられる。これは、風化継続時間が長くなるほど砂岩は褐色に変色するためである（西山, 2018）。

未崩落盛土は¹³⁷Csと¹³⁴Csが検出限界未満であったことから、1950年代の大気圏内核実験以降の物質が含まれていないことが示される。同様に、内灘砂丘も1950年代以前に形成されたものなので（藤, 1975）、その堆積物が¹³⁷Csと¹³⁴Csを含まない点で、両者は共通している。

以上をまとめると、田上新町の未崩落盛土、内灘砂丘、噴砂堆積物では、平均粒径に若干の相違が見られるものの、色調、粒子組成、放射性セシウム濃度の点では類似していた。

内灘町の内灘砂丘は、標高61.3mに達し、下位より、旧砂丘、黒色砂質土、新砂丘に区分される（藤, 1975）。だが、筆者らの知る限りでは、同砂丘の堆積物に関する粒度組成の研究例はない。したがって、盛土の採取地点を特定するには、内灘砂丘の堆積物について粒度組成の詳細な研究が必要となる。

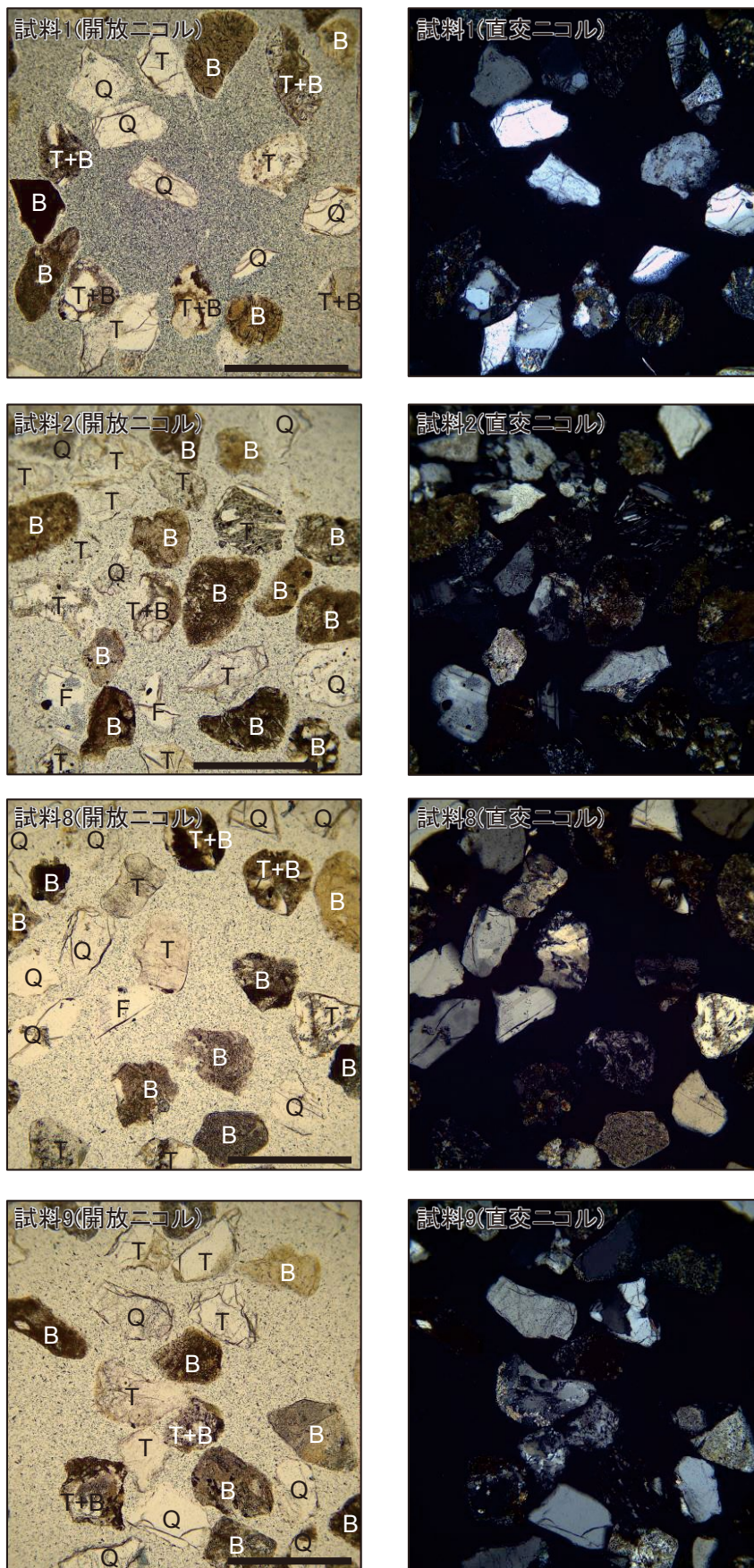


図3 試料の一部の砂粒子の薄片写真。B：褐色岩片，T：透明岩片，T+B：無色と褐色の部分が混合した岩片。Q：石英，F：長石。スケールは500 μ m。

謝辞

査読者からの指摘で、本原稿は大幅に改善されたので、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の予算を使用した。

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.
- 藤 則雄 (1975), 北陸の海岸砂丘. 第四紀研究, **14**, 195-220.
- 北村晃寿・石川芳治・Robert G. Jenkins (2024a), (口絵)

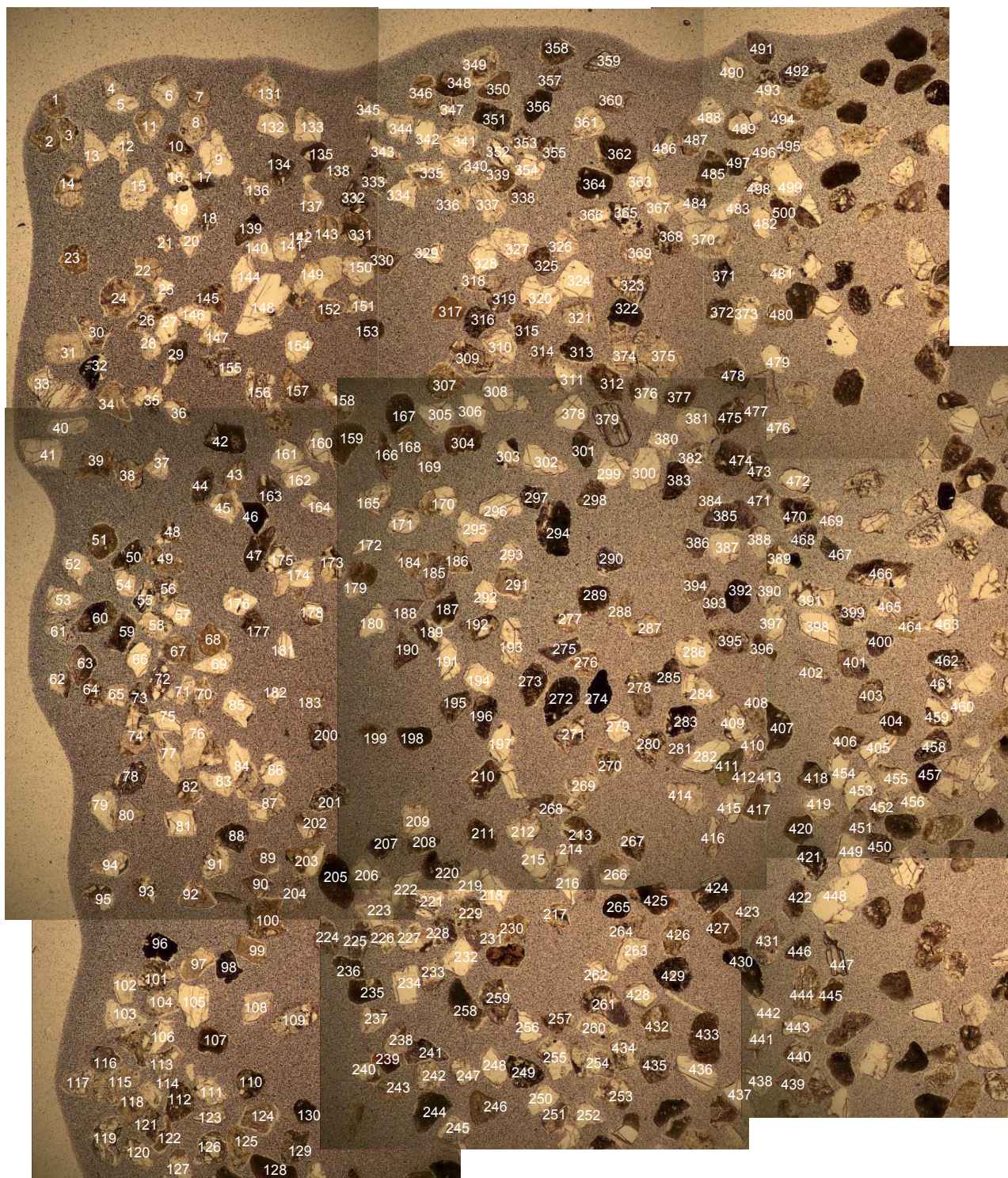
令和6年能登半島地震に伴う石川県金沢市田上新町と内灘町における土砂災害. 第四紀研究, **63**(2) i-ii.

北村晃寿・石川芳治・Robert G. Jenkins (2024b), 令和6年能登半島地震に伴う石川県金沢市田上新町と内灘町における土砂災害. 第四紀研究, **63**, 159-161.

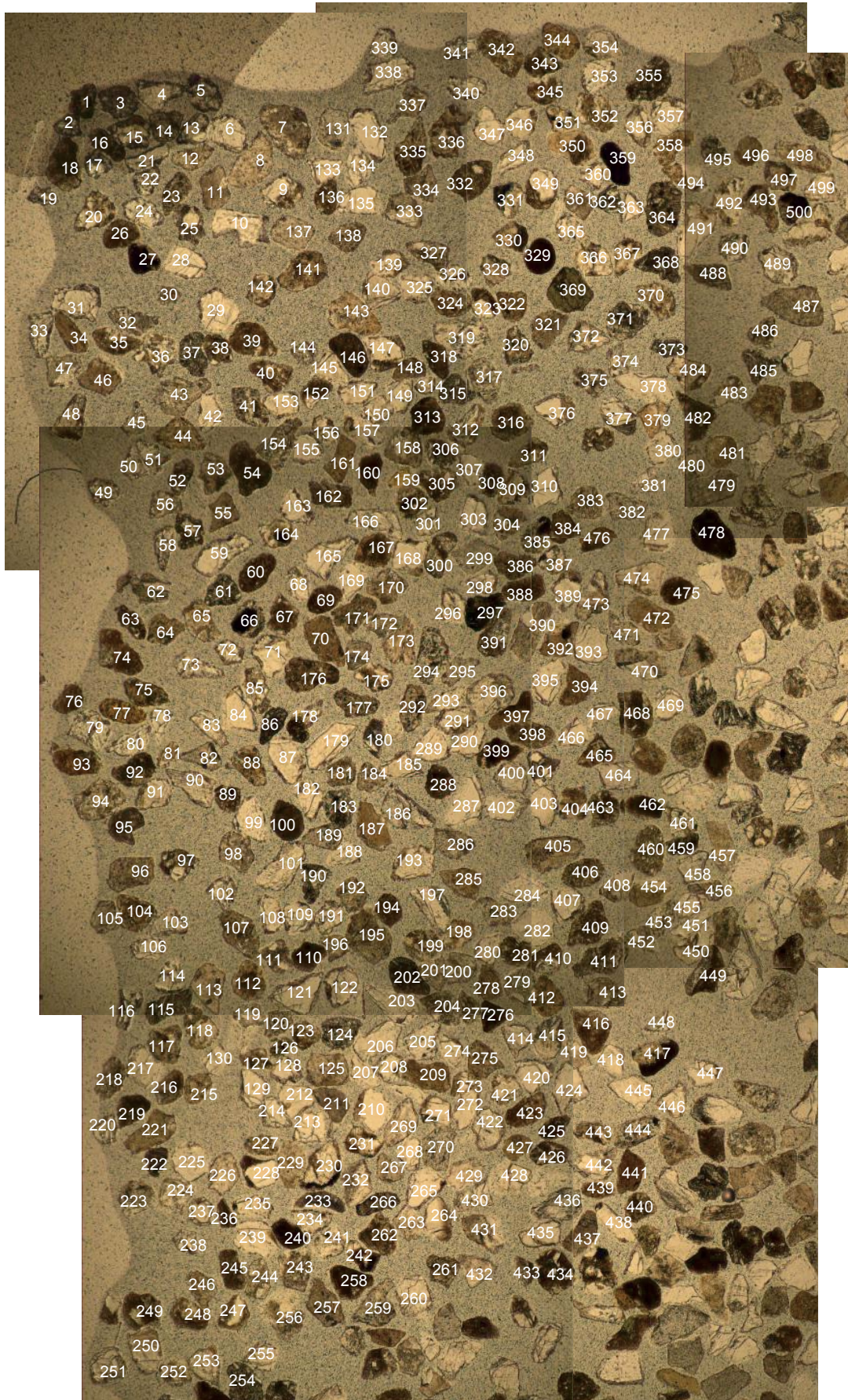
西山賢一 (2018), 日本における岩石の風化研究の進展と課題. 地質学雑誌, **124**, 877-888.

著者貢献

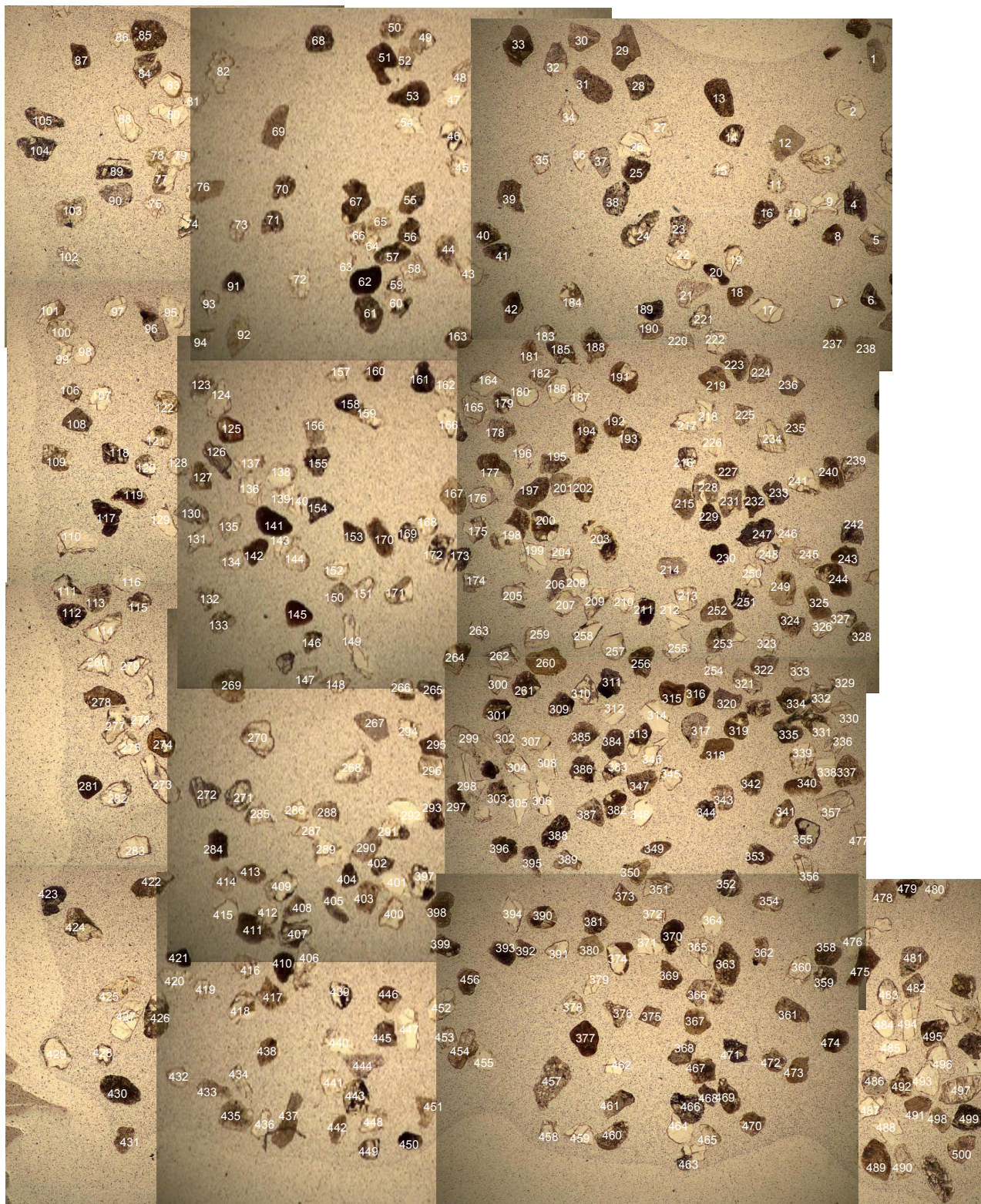
北村晃寿：試料採取，砂粒子の鉱物種・岩石種の同定，全体総括，論文執筆を担当。矢永誠人：放射性セシウム濃度の測定，論文執筆を担当。森 英樹：薄片作成を担当。



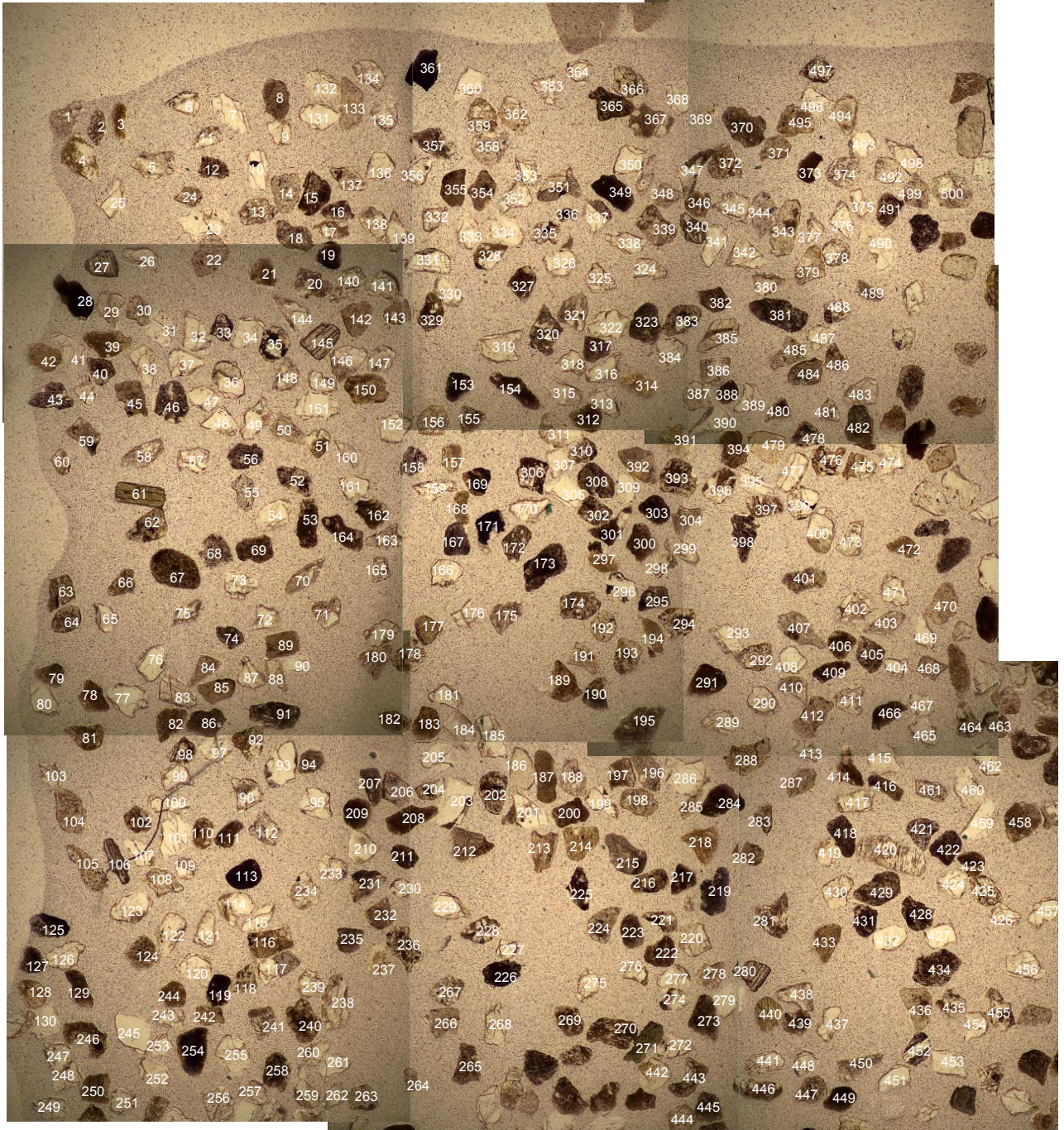
図版1 試料1の分析粒子の開放ニコル下での写真。



図版2 試料2の分析粒子の開放ニコル下での写真.



図版3 試料8の分析粒子の開放ニコル下での写真.



図版4 試料9の分析粒子の開放ニコル下での写真.

付表1 試料1の分析粒子の鉱物・岩石種のリスト, 1:有り.

試料番号	岩片			石英	長石	角閃石	輝石
	褐色	混合	無色				
1	1						
2	1						
3	1						
4				1			
5				1			
6			1				
7	1						
8	1						
9			1				
10	1						
11		1					
12			1				
13				1			
14		1					
15			1				
16			1				
17	1						
18	1						
19			1				
20			1				
21		1					
22	1						
23	1				1		
24	1						
25				1			
26	1						
27				1			
28			1				
29	1						
30		1					
31	1						
32	1						
33			1				
34	1						
35		1					
36			1				
37			1				
38	1						
39	1						
40			1				
41					1		
42	1						
43				1			
44	1						
45		1					
46	1						
47	1						
48		1					
49	1						
50	1						
51	1						
52			1				
53			1				
54				1			
55		1					
56		1					
57			1				
58		1					
59	1						
60	1						
61			1				
62		1					
63	1						
64	1				1		
65			1				
66				1			
67	1						
68	1						
69			1				
70		1					
71			1				
72		1					
73	1						
74	1						
75				1			
76				1			
77			1				
78	1						
79				1			
80	1						
81				1			
82	1						
83			1				
84				1			
85				1			
86					1		
87		1					
88	1						
89	1						
90	1						
91			1				
92	1						
93		1					
94			1				
95		1					
96	1						
97			1				
98						1	
99					1		
100	1						

付表3 試料8の分析粒子の鉱物・岩石種のリスト, 1:有り.

試料番号	岩片			石英	長石	角閃石	輝石
	褐色	混合	無色				
1	1						
2				1			
3			1				
4	1						
5			1				
6	1						
7				1			
8	1						
9						1	
10			1				
11			1				
12	1						
13	1						
14		1					
15				1			
16	1						
17				1			
18	1						
19				1			
20	1						
21			1				
22			1				
23	1						
24		1					
25	1						
26						1	
27			1				
28	1						
29	1				1		
30	1						
31	1				1		
32		1					
33	1						
34				1			
35				1			
36				1			
37	1					1	
38	1					1	
39	1					1	
40	1					1	
41	1						
42	1						
43		1					
44	1						
45			1				
46		1					
47				1			
48	1						
49		1				1	
50	1						
51	1				1		
52					1		
53	1						
54						1	
55	1						
56	1						
57	1						
58					1		
59		1					
60							
61	1						
62	1						
63			1				
64		1					
65						1	
66			1				
67	1						
68	1						
69	1						
70	1						
71	1						
72						1	
73						1	
74		1					
75						1	
76	1						
77		1					
78	1						
79						1	
80				1			
81			1				
82			1				
83				1			
84	1						
85	1						
86			1				
87	1						
88						1	
89						1	
90	1						
91	1						
92			1				
93				1			
94						1	
95				1			
96	1						
97						1	
98				1			
99			1				
100	1						

付表4 試料9の分析粒子の鉱物・岩石種のリスト、1:有り.

試料番号	岩片			石英	長石	角閃石	輝石
	褐色	混合	無色				
1	1						
2	1						
3	1						
4		1					
5			1				
6						1	
7						1	
8	1						
9						1	
10						1	
11		1					
12	1						
13	1						
14	1						
15	1						
16	1						
17		1					
18	1						
19	1						
20	1						
21	1						
22	1						
23						1	
24	1						
25						1	
26						1	
27							1
28	1						
29			1				
30	1						
31						1	
32						1	
33	1						
34						1	
35		1					
36		1					
37						1	
38						1	
39	1						
40	1						
41						1	
42	1						
43	1						
44						1	
45	1						1
46	1						
47						1	
48						1	
49						1	
50	1						
51		1					
52	1						
53	1						
54						1	
55						1	
56	1						
57						1	
58						1	
59						1	
60	1						
61							1
62	1						
63	1						
64	1						
65						1	
66	1						
67	1						
68	1						
69	1						
70						1	
71		1					
72						1	
73						1	
74	1						
75						1	
76						1	
77						1	
78	1						
79	1						
80						1	
81	1						
82	1						
83						1	
84	1						
85	1						
86	1						
87						1	
88						1	
89	1						
90						1	
91	1						
92		1					
93						1	
94	1						
95						1	
96		1					
97						1	
98	1						
99						1	
100						1	