



令和6年3月22日

各報道機関文教担当記者 殿

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の調査速報

金沢大学理工研究域地球社会基盤学系のジェンキンズ ロバート准教授と、静岡大学理学部/防災総合センター長の北村晃寿教授、砂防図書館の石川芳治館長の共同研究グループは、**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を調査し、田上新町の盛土崩壊の原因究明に関する重要な情報を得ました。**

2024年1月1日16時10分に石川県能登地方において、深さ約15kmでマグニチュード(M7.6)の地震(令和6年能登半島地震)が発生しました。この地震により、石川県金沢市田上新町の崖地の一部で盛土崩壊が起きました。また、石川県内灘町西荒屋一帯で液状化・流動化現象(※1)が発生しました。

本研究では、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、粒度分析を行いました。その結果、盛土の一部は、粒子の大きさが良く揃った軟弱な細粒砂であることが分かりました。

これらの知見は、**将来、金沢市とその周辺の地震防災対策に活用されることが期待されます。**

本研究成果は、2024年3月2日付で日本第四紀学会の「第四紀研究」に受理され、2024年5月にJ-STAGEに公開予定です。

【研究の背景】

2024年1月1日16時10分に石川県能登地方において、深さ約15 kmでマグニチュード(M)7.6の地震(令和6年能登半島地震)が発生しました(図1a)(地震調査研究推進本部,2024)。この地震により、石川県金沢市田上新町の崖地の一部で盛土崩壊が起きました(図1b~g,図2a,b)。また、石川県内灘町西荒屋一帯で液状化・流動化現象が発生しました(図2c~e)。

共同グループ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、粒度分析を行いました。今回の地震では、石川県、富山県、福井県、新潟県の各所で、土砂崩れや液状化・流動化現象が起きています。これらの地点の中で、金沢市田上新町は石川県内で震央から最も離れた地域の一つです。そのため、ここの盛土は最も崩壊しやすい性質を有していると考えられ、その性質の解明は地震防災対策の基礎資料として重要です。

【研究成果の概要】

金沢市田上新町における盛土崩壊の状況を図1b~gに示します。この場所は、滑落崖に未固結の分級の非常に良い黄褐色細粒砂が露出し、塩ビパイプ管が見られます(図1d,e)。細粒砂の厚さは約1.6 mで、側方に15 m連続し、上下・側方ともに均質です。崩落現場の土砂は不淘汰な泥質細粒砂で、礫を含みます(図1f,g)。崩落した土砂の一部は、道路に流れ出しており(図2a)、その堆積物は細粒砂です。崩壊場所の下方の崖地には大桑(おんま)層が露出し(産総研地質調査総合センターウェブサイト,2024)、泥層(層厚0.7 m以上)の上に泥質極細砂層(層厚0.7 m以上)が累重します(図2b)。

一方、内灘町西荒屋の内灘砂丘の陸側斜面には、分級の良い中粒砂層が露出しています(図2d)。液状化・流動化現象は砂丘の陸側斜面の末端部で発生し、各所で噴砂が見られます(図2e)。

さらに、金沢市田上新町の未崩落盛土(試料1,2)、崩落現場の土砂(試料3~6)、大桑層の極細砂層(試料7)から堆積物試料を得ました。また、内灘町の内灘砂丘の露頭(試料8)と噴砂(試料9)から堆積物試料を得ました。これらから20 gを分取し、乾燥後、重量を測定し、粒径16 mm以下の粒子について目開き8, 4, 2, 1.4, 1.0, 0.71, 0.50, 0.35, 0.25, 0.18, 0.125, 0.09, 0.063, 0.032 mmの標準ふるいで水洗し、残渣の乾燥重量を測定しました。0.032 mm以下の粒径を5.5φとして、各試料の算術平均粒径と標準偏差を算出しました。

分析結果の累積頻度曲線を図3に示します。滑落崖に見られる未崩落盛土(試料1,2)は、崩落した土砂や大桑層の堆積物に比べて、含泥率が低く(試料1,2とも2.2%)、粒子の大きさが良く揃った細粒砂(大きさが0.35~0.18 mmの粒子が81%を占める)からなり、手で掘れる軟らかな土砂からなります。内灘町の試料については、内灘砂丘の露頭の堆積物(試料8)と噴砂(試料9)の粒度組成はほぼ同じで、粒子の大きさが良く揃った砂(大きさが0.5~0.18 mmの粒子が84%を占める)です。田上新町の未崩落の盛土は、内灘砂丘の砂よりも若干粗いが、粒度分布(※2)は非常に似ています。これらの土砂の粒度分布は、後述の引用文献に記載の中澤ほか(2018)が提示した「特に液状

化の可能性」がある土砂に該当します。したがって、金沢市田上新町の盛土崩壊の原因は、地震動によって、粒子の大きさが良く揃った軟弱な細粒砂からなる盛土が液状化・流動化したことによると推定されます。

なお、今回の田上新町の崩壊部は、大桑層の上に盛土をして宅地化されていました。また、崩壊した斜面から北約 50 m 離れた一連の斜面下部からは 1 月 3 日時点でも多量の湧水が認められており、このことから崩壊部の斜面の内部には地震発生時には地下水が豊富に存在していたと推定されます。

【今後の展開】

令和 6 年能登半島地震では、石川県、富山県、福井県、新潟県のさまざまな地域で土砂崩れや液状化・流動化現象が起っています。これらの地点の中で、金沢市田上新町は石川県内で震央から最も離れた地域の一つです。そのため、この場所の盛土は最も崩れやすい特性を持っていると言えます。そして、本研究により、盛土の一部は、粒子の大きさが良く揃った軟弱な細粒砂であることが分かりました。同じタイプの土砂で盛土をした場所は、地震で崩壊する可能性が高いことが考えられます。そのため、盛土の調査によって、地震対策を行う優先度が高い場所を特定することが可能です。また、令和 4 年 5 月 27 日に公布され、令和 5 年 5 月 26 日から施行された通称「盛土規制法」(※3)の実効性の確保にも、重要な貢献を果たすことが期待されます。

【引用文献】

- ・地震調査研究推進本部 (2024) 令和 6 年能登半島地震の評価
https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_1.pdf 2024 年 2 月 22 日引用
- ・国土地理院 (2024) <https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html> 2024 年 2 月 15 日引用
- ・中澤博志, 永尾浩一, 濱本昌一郎, 前田幸男, 須佐見彩加, 神宮司元治, 田端憲太郎 (2018) 液状化地盤における飽和度確認手法に関する実験的研究—不飽和化液状化対策模型地盤を用いた模型振動台実験— 防災科学技術研究所研究資料, 第 420 号, 1-62
- ・パスコ (2024) 2024 年 1 月 令和 6 年能登半島地震
<https://corp.pasco.co.jp/disaster/earthquake/20240102.html> 2024 年 1 月 15 日引用
- ・産総研地質調査総合センターウェブサイト (2024) 地質図 Navi
<https://www.gsj.jp/> 2024 年 2 月 22 日引用

本研究は、金沢市田上新町の調査については金沢市のご協力のもと、静岡大学防災総合センターの支援を受けて実施されました。

※ 金沢市田上新町の未崩落盛土の映像は、下記サイトよりご覧ください (映像資料提供: 静岡大学 北村晃寿教授)。

<https://www.kanazawa-u.ac.jp/research/centers/kud/jenkins-1>

映像内，調査している研究者は金沢大学のジェンキンス ロバート准教授であり，盛土が軟らかい様子が分かります。

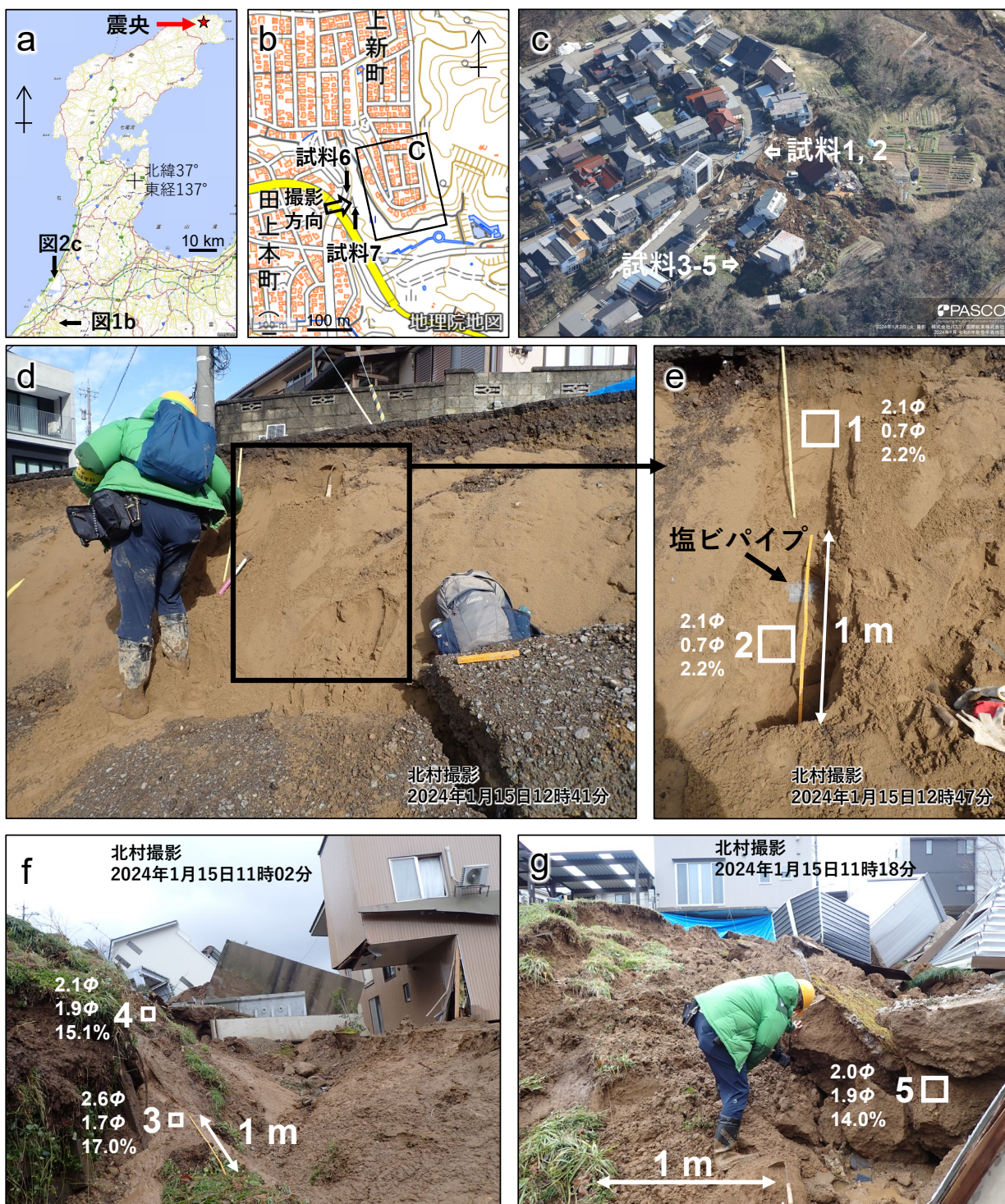


図 1 a: 令和 6 年能登半島地震の震央と調査地点の位置図。地図は国土地理院 (2024) を使用。b: 石川県金沢市田上新町と試料 6 と 7 の採取地点。地図は国土地理院 (2024) を使用。矢印は c の航空写真の撮影方向。c: 盛土崩壊現場の航空写真 (パスコ, 2024) と試料 1~5 の採取地点。d: 田上新町の滑落崖に見られる未崩落盛土。e: d の写真の拡大

大と試料 1 と 2 の位置。数値は上から平均粒径 (ϕ), 標準偏差 (ϕ), 含泥率 (%)。以下の f と g, および図 2 でも同じ。f: 壊れた家屋と試料 3 と 4 の採取地点。g: 壊れた家屋と試料 5 の採取地点。d と g で調査している研究者はジェンキンス ロバート准教授。



図 2 a: 試料 6 の採取地点。写真中の数値の意味は図 1 と同じ。b: 大桑層の露頭と試料 7 の採取地点。c: 石川県内灘町と試料 8 と 9 の採取地点。d: 内灘砂丘の陸側斜面の露頭と試料 8 の採取地点。e: 噴砂堆積物と試料 9 の採取地点。a の調査している研究者は北村晃寿教授。

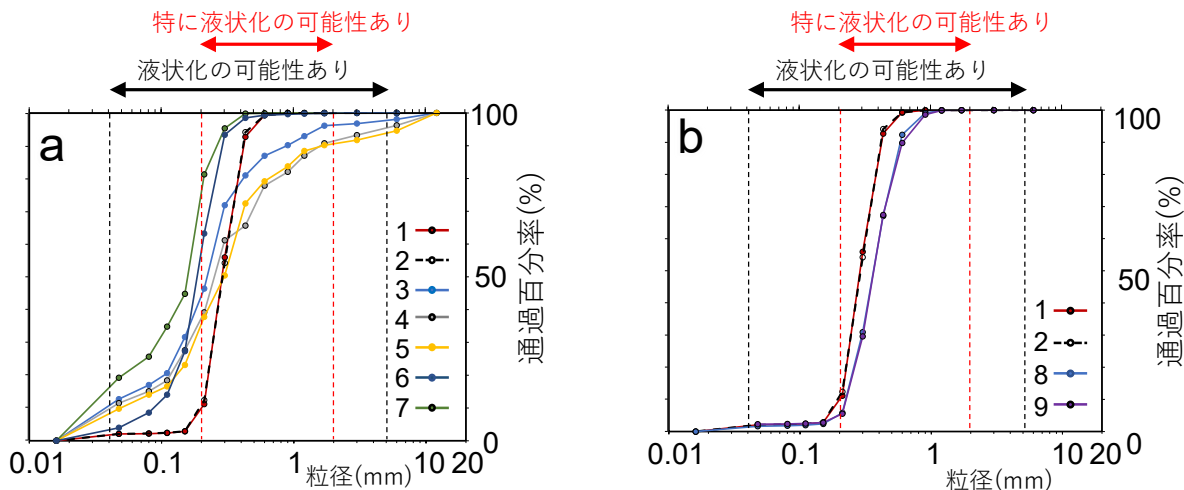


図 3 a: 田上新町の試料 1~7 の粒径の累積頻度曲線。液状化の可能性ありと特に液状

化の可能性ありの範囲は、中澤ほか (2018) から引用。試料 1 および 2 が未崩壊の盛土。
b : 田上新町の試料 1 および 2 と内灘町の試料 8 および 9 の粒径の累積頻度曲線。

【掲載論文】

雑誌名：第四紀研究

論文名：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

著者名：北村晃寿^{1,a,2}，石川芳治³，Robert G. Jenkins⁴

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 砂防図書館 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-7-4

4 金沢大学理工学域地球社会基盤学系 〒920-1192 石川県金沢市角間町

a 責任著者: kitamura.akihisa@shizuoka.ac.jp

【用語解説】

※1 液状化・流動化現象

粒子間に隙間がある時、地表近くでは水が満たされていることがあります。この水を間隙水と言い、その圧力を間隙水圧と言います。地震動は、間隙水圧を上昇させます。その結果、粒子間の接点で支持していた地圧と間隙水圧が平衡に達し、粒子は間隙水中に浮遊します。これを液状化現象と言います。間隙水圧がさらに上昇すると、間隙水は低圧側（上方）へ移動します。これを流動化現象と言います。

※2 粒度分布

粒度分布とは、土壌や堆積物、土砂などの固体粒子が異なるサイズや大きさでどのように分布しているかを示す指標です。通常、粒度分布は粒径ごとに粒子の割合や重量を示し、これによって物質の粒子の大きさの範囲や配列の特性を理解することができます。また、地質学では堆積物粒子の粒径分布が対数正規分布を示すことが多いため、粒径を対数で示す Φ （ファイ）スケールで表すことが多い。粒径と Φ 、粒度階区分の関係は以下の表の通り。

粒径 (mm)	φ (ファイ)		
256	—8	巨レキ boulder	レキ
64	—6	大レキ cobble	
4	—2	小レキ pebble	
2	—1	細レキ granule	
1	—0	極粗粒砂 very coarse sand	砂
0.5	—1	粗粒砂 coarse sand	
0.25	—2	中粒砂 medium sand	
0.125	—3	細粒砂 fine sand	
0.063	—4	極細粒砂 very fine sand	泥
0.032	—5		
0.016	—6	シルト silt	
0.008	—7		
0.004	—8	粘土 clay	

※3 盛土規制法

2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区において盛土が崩壊し、土石流が発生しました。その際、死者28人、全・半壊家屋64棟の被害をもたらしました。この災害を教訓にして、盛土規制法が令和4年5月27日に公布され、令和5年5月26日から施行されました。熱海の土砂災害を踏まえ、国土交通省は全国調査を行い、点検が必要な盛土は36,000箇所以上あると報告しましたが、その報告書には、既存の盛土の災害危険性の具体的な評価指標は示されていません。一方、「盛土規制法」の第四条には、「(略)、宅地造成、特定盛土等又は土石の堆積に伴う崖崩れ又は土砂の流出のおそれがある土地に関する地形、地質の状況その他主務省令で定める事項に関する調査を行うものとする。」とあります。しかし、地形・地質の状況を評価する具体的基準は示されていません。

【本件に関するお問い合わせ先】

■研究内容に関すること

金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 准教授

ジェンキンズ ロバート

TEL : 076-264-6512 / 076-264-6513 (地球事務室)

E-mail : robertgj@staff.kanazawa-u.ac.jp

静岡大学理学部地球科学教室 教授

北村 晃寿 (きたむら あきひさ)

TEL : 054-238-4798

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

■ 広報担当

金沢大学理工系事務部総務課総務係

廣田 新子（ひろた しんこ）

TEL : 076-234-6821

E-mail : s-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp