

世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」の避難時における 土砂災害リスク —横垣峠の事例—

Sediment Disaster Risk on Evacuation Routes at the World Heritage Site "Sacred Sites and Pilgrimage Routes in the Kii Mountain Range" -The Case of Yokogaki-Toge Pass-

石田優子¹・坂原秀亮²・平井千津子³

Yuko Ishida, Shusuke Sakahara and Chizuko Hirai

¹近畿大学工業高等専門学校教授 総合システム工学科 (〒518-0459 三重県名張市春日丘7番町1番地)

Professor, Department of Comprehensive System Engineering, Kindai University Technical College

²株式会社ガイアート 大阪南営業所 (〒594-1122大阪府和泉市北田中町397)

Gaeart Co., Ltd

³ plus GIS (〒649-6246 和歌山県岩出市吉田92-51)

Director, plus GIS

The world heritage site "Sacred Sites and Pilgrimage Routes in the Kii Mountain Range" is located in three prefectures, and the pilgrimage routes extend 347.7 km. To ensure that tourists can safely reach evacuation sites, sediment disaster risk during the evacuation on the Iseji route was analyzed using geospatial information. The result shows all of the 20 tourist routes and approximately half of the evacuation places have sediment disaster risk. The analysis of the Yokogaki-toge Pass indicates that the distance from the pilgrimage route to the evacuation center is approximately 2.4 km and takes 30-45 minutes. In addition, there are slope failure and debris flow risks on the route.

Keywords: Evacuation, Sediment disaster risk, World heritage site, Geospatial Analysis, Tourist

1. はじめに

「紀伊山地の霊場と参詣道」は、2004年7月に世界遺産に登録された。紀伊半島の豊かな自然とそれを神仏の宿る所とみたまて信仰した人間の様々な営みが一体となって形成された文化的景観が高く評価されている。世界遺産の登録エリアは奈良県、和歌山県、三重県に跨り、高野山、吉野・大峯、熊野三山の3つの霊場とそこへ詣でる道で構成されている。参詣道は世界遺産に登録された範囲だけで347.7kmの延長があり、その多くは山間部を通っている。紀伊半島の温暖な気候と年間約3,000mmの降水は、霊場の楚となる自然信仰や山岳修行の舞台である豊かな森林を育む一方で、降水は隆起量の大きい地形と脆弱な地質の山間部において土砂災害の原因ともなってきた。参詣道は土砂災害のために度々寸断された。例えば2011年には台風第12号により「横垣峠」の3地点で斜面崩壊や土石流が発生し、2017年には台風第21号により「大雲取越」で斜面崩壊が発生し、いずれも通行止めを余儀なくされた。これらの災害では幸い人的被害はなかったが、世界でも有数の災害大国である日本ではいつどこで人的被害が生じてもおかしくはない。森ら¹⁾は、大門坂で観光客の通過人数と降水量との関係を調査し、観光客は降水量の多い日時を避ける傾向があることを示したが、ツアーなどのあらかじめ決められた予定では降水に関係なく訪れる観光客も少なからず存在すると考察した。また土砂災害は降水だけでなく地震によっても生じるが、地震は発生予測ができないため、観光客は地震の有無に関わらず来訪し、被災する可能性がある。酒井²⁾が指摘するように、観光客は土地勘がなく、避難場

所や避難情報に関する知識、避難経路に関する知識を持っていない場合が多い。従って、災害発生時に誰でも分かりやすく安全に避難できるように、情報提供する必要がある。

本研究では、土地勘のない来訪者が参詣道から安全に避難するための情報を提供するにあたり、避難場所や避難経路の位置情報だけでなく、そこに潜む土砂災害リスクを地理空間分析により明らかにすることを目的とした。本稿では、熊野参詣道伊勢路「横垣峠」の分析例について報告する。

2. 地理空間情報を用いた土砂災害リスクの分析

本研究では、オープンソースの地理情報システムであるQGISを用いて、参詣道と避難場所、土砂災害リスクを重ねて分析することとした。また、横垣峠の分析では標高傾斜5次メッシュにより避難経路を平地と傾斜地に分類し、避難時間を推定する際の資料とした。収集した情報を表1に示す。参詣道は世界遺産登録範囲とそれ以外の範囲に分けられるが、登録されていない範囲を含めたシェープファイル形式の情報は整備されていない。そこで、三重県地域連携部南部地域活性化局東紀州振興課が公表する「熊野古道伊勢路ナビ³⁾」の地図を参考に標準地図の道路線形をなぞって伊勢路のラインデータを作成した。標準地図に道路がない山中は、地図データをキャプチャしたものをGIS上に貼り付けてなぞり、ルートを作成した。作成後に、国土数値情報の世界文化遺産データ、三重県御浜町提供の測量図面データを重ねて照合し、誤っていることが明らかな部分は現地踏査に基づいて修正し、精度の劣る部分は標準地図の道路線形との整合を優先した。

表1 分析に用いた情報

番号	データ名称	ソース	発行元	データ基準年月日, 作成年等
1	熊野古道伊勢路ルート	伊勢路ナビ	三重県東紀州振興課	
2	世界文化遺産データ	国土数値情報	国土交通省	平成27年3月2日時点
3	標準地図	電子国土基本図(地図情報)	国土交通省国土地理院	提供開始平成26年4月1日
4	空中写真	電子国土基本図(オルソ画像)	国土交通省国土地理院	
5	避難施設データ	国土数値情報	国土交通省	平成24年度
6	土砂災害警戒区域データ	国土数値情報	国土交通省	令和2年8月1日時点
7	急傾斜地崩壊危険区域データ	国土数値情報	国土交通省	令和2(2021)年度
8	地すべり防止区域データ	国土数値情報	国土交通省	令和2(2020)年度
9	土砂災害危険箇所データ	国土数値情報	国土交通省	平成22年度
10	標高傾斜5次メッシュ	国土数値情報	国土交通省	平成21(2009)年5月1日時点

避難場所には、国土数値情報の避難施設データを用いた。データは一時避難場所、緊急避難先、1次避難所、拠点避難所、広域避難所、指定避難所、大規模避難所、避難施設など90種類に分類されている。これは、全国の自治体で同じ用途の施設でもさまざまな名称が使われているためである。災害対策基本法では「指定緊急避難場所」と「指定避難所」が明記されている。避難場所は洪水や火災などの異常現象が起きたときに一時的に逃げる場所で、避難所は災害により自宅で過ごせなくなった時に一定期間避難生活をする場所である。大規模広域災害の発生時には、観光客は避難所で数日以上過ごす場合も想定されるが、本研究では避難時のリスクに着目するため一時的避難を対象とし、90種類の分類のうち、名称に「避難所」と「避難施設」があるものを除外した。ただし、1つの施設が避難場所と避難所を兼ねる場合は、除外していない。

土砂災害を引き起こす傾斜地の土砂移動現象は、一般に地盤種別（岩や土等）と移動形態（崩落や滑動等）により分類される^{例えば4)}。日本では急傾斜地崩壊、土石流、地すべりの3つの土砂移動現象について、危険のある箇所の調査が進められてきた。この調査は、①急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（以下、急傾斜地法）、②砂防法、③地すべり等防止法、④土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（以下、土砂災害防止法）、⑤省庁通達等（国土交通省（建設省時代からの調査を含む）および林野庁）に基づいて進められ、それぞれ表2に示す名称で土砂災害の恐れがある箇所として指定されて

いる。表1の6は土砂災害防止法に、7は急傾斜地法に、8は地すべり等防止法に基づいて指定された危険な区域で、それぞれ表2の黄色の箇所該当する。表1の9は昭和41年度より当時の建設省が調査を開始した土砂災害危険箇所、表2の水色の箇所該当する。従って、分析した土砂災害リスクには12種類の指定区域データが含まれる。同じ土砂移動現象であっても、法律等毎に危険な範囲の抽出方法が異なるため、それぞれの指定範囲は完全には一致しない。また、同一地点が急傾斜地崩壊と土石流など複数の土砂災害の危険がある箇所として重複指定される場合がある。調査は、道路を含む公共施設又は人家に直接被害を与えるおそれのある範囲等に限定される。山間部の参詣道には個人所有の山林も含まれており、世界遺産登録前は一般の人が通行することもなかったと考えられる。土砂移動現象が生じても公共施設や民家にまでその影響が及ばない山中の土砂災害リスクは調査、指定されていない。

表2 土砂移動現象の種別と対応する関連法規等

現象	名称	関連法規等(略称含む)		調査要綱等
崩壊	急傾斜地崩壊危険区域	急傾斜地法	昭和44年7月1日	
	土砂災害警戒区域(急傾斜地の崩壊)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	土砂災害特別警戒区域(急傾斜地の崩壊)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	山腹崩壊危険地区	53林野治第1817号	昭和53年7月17日付け	山地災害危険地区調査要領
	急傾斜地崩壊危険箇所ⅠⅡⅢ	建設省河傾発第112号	平成11年11月30日付け	急傾斜地崩壊危険箇所等点検要領
土石流	砂防指定地	砂防法	明治30年3月30日	
	土砂災害警戒区域(土石流)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	土砂災害特別警戒区域(土石流)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	崩壊土石流出危険地区	53林野治第1817号	昭和53年7月17日付け	山地災害危険地区調査要領
	土石流危険渓流ⅠⅡⅢ	建設省河砂第20号	平成11年4月16日付け	土石流危険渓流および危険区域調査等
	土石流危険区域	建設省河砂第20号	平成11年4月16日付け	土石流危険渓流および危険区域調査等
地すべり	地すべり防止区域	地すべり等防止法	昭和33年3月31日	
	土砂災害警戒区域(地滑り)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	土砂災害特別警戒区域(地滑り)	土砂災害防止法	平成12年5月8日	
	地すべり危険地区	53林野治第1817号	昭和53年7月17日付け	山地災害危険地区調査要領
	地すべり危険箇所	建設省河傾第40号	平成8年10月4日付	地すべり危険箇所調査

3. 伊勢路と伊勢路に近い避難場所の土砂災害リスク分析と考察

伊勢路と避難場所の位置を図1に示す。伊勢路の総延長は約222kmで、図中の番号付近に20の観光ルートが設定されている。世界遺産登録範囲では道の両側50mがバッファゾーンに指定されている。作成した道路線形から両側50mの範囲内の土砂災害リスクの有無を20の観光ルート毎に調べた結果を表3に示す。全ルートで土石流の指定箇所があり、女鬼峠を除くルートで急傾斜地崩壊と土石流の指定箇所があった。さらに、通り峠・丸山千枚田と本宮道の2ルートでは地すべりの指定箇所もあった。

参詣道から200m以内にある避難場所を計上したところ全域で121箇所あった。このうち半数を超える63箇所の避難場所が表2に色付けした12種のいずれかまたは複数の土砂災害の危険のある指定範囲内にあった。また荷坂峠、曾根次郎坂・太郎坂、横垣峠、風伝峠は、ルートの中点地点から避難場所までの距離が約3~5kmあった。

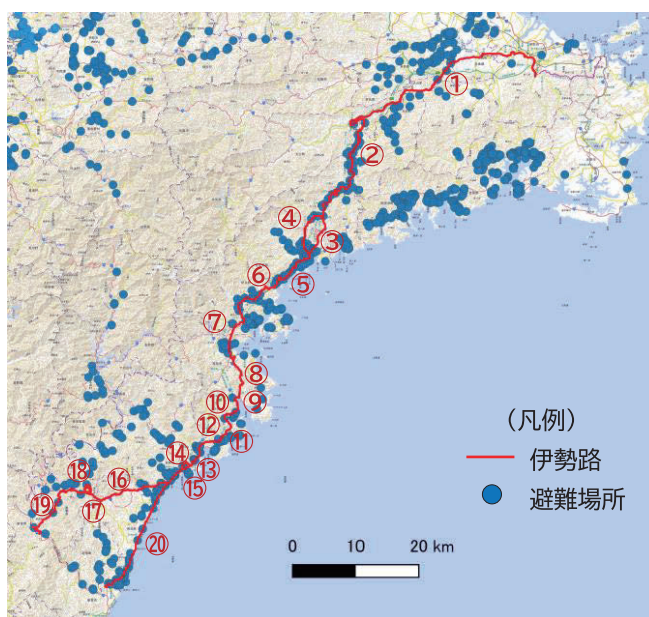


図1 伊勢路と避難場所

参詣道の土砂災害リスクの情報提供における課題の1つは、法律等により進められてきた土砂災害のハザード調査の対象範囲が、人が日常的に生活する場に限られ、参詣道における土砂災害の危険の有無が表1に示す現在の公開データだけでは把握できないことである。今後、参詣道全線で土砂災害リスクについて調査し、公表する必要がある。

土砂災害の危険のある場所は、全国調査やハザードマップの作成によって認識されてきたが、危険のない場所（安全な場所）に関する情報はない。筆者は自治体の防災担当者から、どこに逃げれば安全なのか教えて欲しいと聞かれたことがあるが、危険箇所が密集するエリアにおいて、一時的に大きな難を避けるための、よりリスクが低い場所を選定する方法についても検討する必要があると考える。

参詣道の観光中に災害に遭遇した場合には、山間地や付近の住宅の無い場所では街灯がないため、日没までの時間内にたどり着ける避難場所を設定する必要もあると考える。避難場所と避難所の違いの周知や自治体によって異なる名称を統一し、誰もが安全に迷いなく避難できるように情報を整備し、発信していくことが望まれる。

4. 伊勢路「横垣峠」の分析例

横垣峠は、三重県南牟婁郡御浜町に位置する全長約2kmの峠道である。2009年には梅雨期に地すべりが発生し、2011年には台風第12号により3箇所で崩壊と土石流が発生し、世界遺産登録範囲の道が約250m消失した。横垣峠道とバッファゾーン、近隣避難所、法律等で指定された土砂災害の恐れのある範囲を図2に示す。

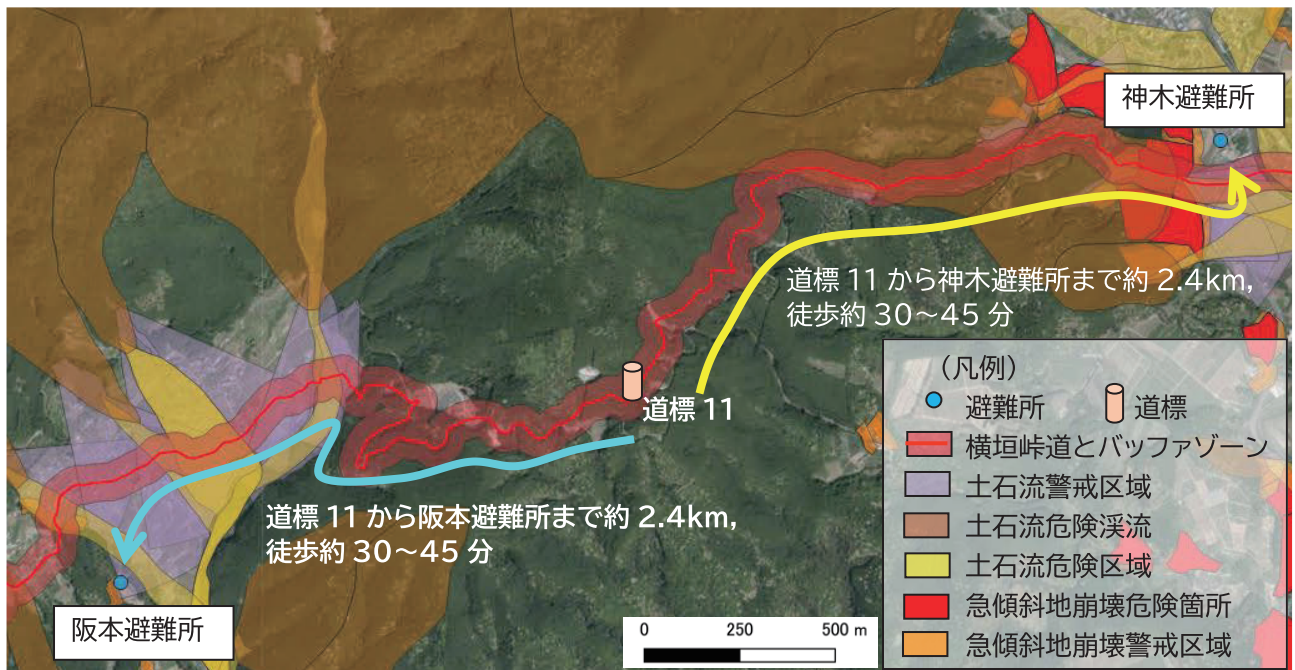


図2 伊勢路「横垣峠」における土砂災害リスク

表3 伊勢路の観光ルートと土砂災害の危険範囲指定

	観光ルート	急傾斜地崩壊	土石流	地すべり
1	女鬼峠	—	指定あり	—
2	三瀬坂峠	指定あり	指定あり	—
3	荷坂峠	指定あり	指定あり	—
4	ツヅラト峠	指定あり	指定あり	—
5	三浦峠	指定あり	指定あり	—
6	始神峠	指定あり	指定あり	—
7	馬越峠	指定あり	指定あり	—
8	八鬼山越え	指定あり	指定あり	—
9	三木峠・羽後峠	指定あり	指定あり	—
10	曾根次郎坂太郎坂	指定あり	指定あり	—
11	二木島峠・逢神坂峠	指定あり	指定あり	—
12	波田須の道	指定あり	指定あり	—
13	大吹峠	指定あり	指定あり	—
14	観音道	指定あり	指定あり	—
15	松本峠	指定あり	指定あり	—
16	横垣峠	指定あり	指定あり	—
17	風伝峠	指定あり	指定あり	—
18	通り峠・丸山千枚田	指定あり	指定あり	指定あり
19	本宮道	指定あり	指定あり	指定あり
20	浜街道	指定あり	指定あり	—

横垣峠を挟んだ神木と阪本の集落には避難所がそれぞれ1つある。横垣峠道には100m毎に道標が設置されているが、2つの避難所からの中間地点付近にある道標11までの距離は約2.4kmである。道標11から最も近い避難場所までは約4.8km離れており、図2の範囲外にある。南海トラフ地震等の大規模広域災害時には、神木と阪本の避難所が開設される。道標11から避難所までの避難にかかる時間を推定するために、標高傾斜5次メッシュ（250mメッシュ）内の最大傾斜角を用いて避難路を平地（傾斜角5%未満）と傾斜地（傾斜角5%以上）に分類した。横垣峠から避難所までの経路には平地に分類されるメッシュはなく、メッシュ内最大傾斜角は5～40°であった。奥野ら⁹⁾は大学生と大学院生を被験者として避難実験を行い、北海道内の沿岸7自治体で収集された避難行動ログデータと地形データから、平地と傾斜地の歩行速度の差異を分析した。傾斜地における平均歩行速度は、13経路の実験のうち9経路で平地の平均歩行速度より遅く、速度の差異は避難経路の線形や傾斜地の割合等に影響を受けると考察された。9経路のうち最も速度が低下した経路では平地の平均歩行速度4.51km/hに比べて傾斜地の平均歩行速度は3.66km/hであり、約1.23倍遅くなっていた。横垣峠は傾斜度が大きく、歩きにくい山道であることから平地の1.5倍低下すると仮定した。深田ら⁶⁾は、年齢層別に歩行速度を設定し、津波避難ビルを対象とした避難行動シミュレーションを行った。平地の歩行速度は、52～71歳の1.5m/sを基準とし、最も早い11～24歳は1.5倍、最も遅い86歳以上は0.7倍として設定された。横垣峠の最高齢観光客は86歳未満と仮定して、深田らの歩行速度と傾斜地における速度の低下割合から、横垣峠避難時の最速の歩行速度を1.5m/s、最遅の歩行速度を0.90m/sとして計算し、避難時間は26.7分～44.4分と推定した。

横垣峠では、神木避難所に行くには急傾斜地崩壊と土石流の危険があり、阪本避難所に行くには土石流の危険がある。急傾斜地崩壊や土石流が生じると崩壊土砂と共に道が流出する可能性があり、その場合は道のない山を下るか、山中にとどまらざるを得ない状況となる。このような避難時の土砂災害リスクやその対応策も含めて、避難に関する情報を充実させ、現地に実装する必要がある。

5. おわりに

本研究では、地理空間分析により伊勢路付近の避難場所と避難経路上の土砂災害リスクについて調査した。その結果、121箇所のうち63箇所の避難場所に土砂災害リスクがあり、20の観光ルートのすべてでバッファゾーン内に土砂災害リスクがあることが分かった。また避難場所が3km以上離れた峠道もあり、日没や大規模災害時の停電を想定すると、一定時間以内にたどり着ける位置に避難場所が設定されることが望ましいと考えられた。参詣道は土砂災害リスクのある範囲が多く、避難場所までのルート上で土砂移動現象が生じた場合は避難できなくなる可能性もあるため、峠道付近で一時的に避難できる、より安全な場所を選定する方法についても検討する必要があると考えられる。

横垣峠の事例では、避難場所まで最大約2.4kmの距離があり、避難に30～45分かかると推定された。峠に近い2つの避難所までのルート上には、急傾斜地崩壊と土石流による土砂災害リスクがあることが示された。これらの情報を整理し、現地への実装準備を進めている。今後の課題として、観光客に分かりやすい情報提供の在り方や有用性の検証、横垣峠以外での避難情報の整理と実装が挙げられる。

謝辞：本研究の実施にあたり、近畿大学工業高等専門学校2022年度在校生、木伏彪、野田凌哉の各氏に伊勢路のデータ作成を補助してもらった。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 森博隆, 吉越恆, 山本晴彦, 高山成, 岩谷潔, 原田陽子, 山北敦子, 山崎俊成, 立石欣也：世界遺産「熊野参詣道」における異なる時間スケールに基づく観光客の動向と行動の分析, 時間額研究, No.4, Vol.4, pp.7-16, 2011.
- 2) 酒井宏平：複数状況の組み合わせを考慮した観光客の避難行動に関する研究, 城西現代政策研究, No.15, Vol.1, pp.19-31, 2021.
- 3) 三重県地域連携部南部地域活性化局東紀州振興課：熊野古道伊勢路ナビ, <https://www.kodo.pref.mie.lg.jp/navi/> (2023.4.15最終アクセス).
- 4) David. J Varnes : Slope Movement Types and Processes, Special Report 176: Landslides, National Academy of Science, pp11-33, 1978, <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr176/176-002.pdf> (2023.6.1最終アクセス) .

- 5) 奥野祐介, 橋本雄一: 歩行速度に着目した疑似的津波集団避難行動分析, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.30, pp.1-6, 2021.
- 6) 深田秀美, 橋本雄一: 津波避難ビルを対象とした避難行動シミュレーション, 二訂版 QGISの基本と防災活用, 古今書院, pp.165-171, 2017.