

地理学視点の福岡：都市圏成長の背景：福岡地理学会設立75周年記念出版

阿部, 康久
九州大学大学院比較社会文化研究院：准教授

磯, 望
西南学院大学：名誉教授

芳賀, 博文
九州産業大学経済学部：教授

<https://hdl.handle.net/2324/7388878>

出版情報：pp. -235, 2024-11-20. 有限会社 花書院
バージョン：
権利関係：



第3章

最近の自然災害への地理的アプローチ

黒 木 貴 一

福岡県、福岡市では、2000年以降に多くの自然災害が生じた。ここでは、主要な災害とその実態解明への地理的な取り組みについて紹介する。

1. 2003年九州豪雨の場合

(1) 博多駅周辺の浸水深と土砂—道路網を利用したデータ収集—

2003年九州豪雨は、梅雨前線に伴う梅雨末期の豪雨であり、太宰府市では、時間雨量99mmを観測した。この時、福岡市での博多駅周辺の浸水（黒木ほか、2005）や太宰府市での斜面崩壊（黒木ほか、2007）が見られた。発災後、氾濫水が消えた博多駅周辺では、土砂やトラッシュが至る所に残された。ただ、その土砂量は場所により大きな差が見られた。この差の原因を探るために、道路網を活用して浸水深と土砂を観察した。道路からトラッシュラインまでの浸水深を折尺で、残された土砂を草刈鎌で掘削し、その層厚を折尺で計測した。写真3-1は、山王放水路付近の金網に付着したトラッシュまで



写真 3-1 浸水深の調査風景

の高さ、約40cmを計測している調査風景である。山王放水路から溢流した氾濫水は、主として博多駅のある北に向かった。一部の土砂は持ち帰り、流れの強さを検討するために粒度分布と灼熱損量を求めた。

図3-1に、博多駅周辺の浸水深分布（黒木ほか、2005）を紹介する。まず浸水深は博多駅の東で深く、西で浅いことは明らかで、鹿児島本線が氾濫水の流れを滞らせている。特に氾濫水は空港通りと鹿児島本線の交差点部を通じて西に抜けたため、その直前の博多駅東付近に氾濫水が集中し水位が高まった。また山王放水路と御笠川近傍では、越流・溢流地点付近で浸水深は深かった。土砂は、浸水深の深い場所に多く残されたが、比較すれば博多駅付近は細粒で、山王放水路と御笠川近傍では粗粒だった。これは、都市の人工地形に影響を受け、元々水田地帯だった氾濫原の場所で、前者では三角州や後背湿地が、後者では自然堤防の形成が進んだことを示していた。

写真3-2は博多駅から北に大博通りを望んだもので、浸水範囲の北の限界線は、海岸までに博多浜、息浜と称される微高地を持つ砂丘の縁部になる。つまり大博通りに直交する方向に、博多駅から中州に向け延びる砂丘より低い地盤が続いており、以前の御笠川は那珂川に合流していたと考えられている。また北の限界線付近には、房州堀が、限界線の向こう側の祇園付近には博多遺跡群や櫛田神社があり（小林ほか、1998）、博多駅付近は氾濫危険性と合わせて地形や歴史を効果的に学習できる場でもある。

なおこの氾濫の後、福岡市では山王雨水調整池の整備がなされ、平成18年から運用が開始された（福岡市道路下水道局計画部下水道計画課、2022）。

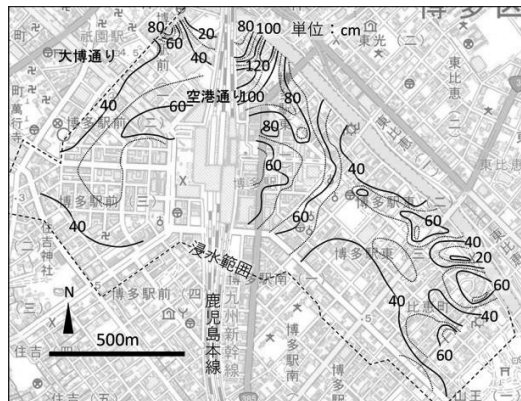


図3-1 博多駅の浸水深の分布

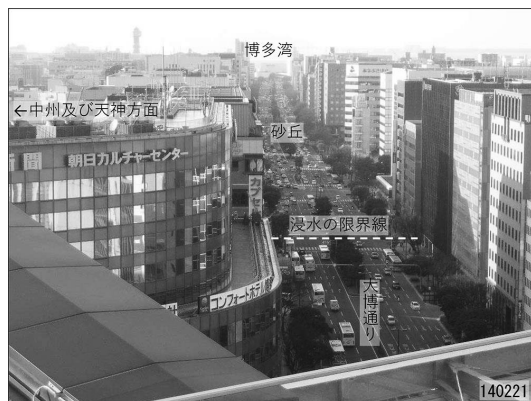


写真 3-2 博多駅からみた大博通りと浸水の限界線

ただ豪雨による洪水が懸念されながらも、福岡市は時に渇水に見舞われ、人口増加も続いているため、洪水対策と共に水資源確保のため那珂川上流には五ヶ山ダムも建設され 2021 年に運用が開始されている（黒木 2021）。

(2) 御笠川の河川環境と流速－空中写真からのデータ収集－

2003 年九州豪雨に伴う博多駅周辺の浸水は、主に御笠川の氾濫が要因である。氾濫は洪水位が高まり河水が堤防を越流すると生じる。福岡県土木部の内部資料では、御笠川に約 100m 延長の越流区間が多数記録されており、都市河川特有の氾濫条件が伺われた。写真 3-3 は、山王放水路傍の比恵橋で、堤防高を越える高さで橋桁にトラッシュが付着する様子を示す。御笠川の堤防に土嚢は積まれているが、洪水位は堤防を越え、その氾濫水は北西に向かった。

黒木ほか（2006）では、その越流場所の持つ河川条件に関し空中写真の判読から検討した。氾濫直後に国際航業株式会社により撮影された 1/3000 空

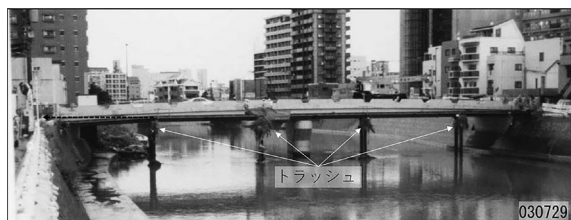


写真 3-3 御笠川の洪水痕跡

中写真は、河道方向に一定の時間間隔で撮影された好条件を備えていた。実体視での判読中、河面が板かまほのように凸型の盛り上がりとして観察されることに気付いた。その原因は河面の濁り模様が撮影の間に移動するカメラン効果だった。そこで微小な移動距離を視差測定棒で計測し、撮影の時間間隔で除算することで流速を求めた。その計測点を基に流速分布を描いたところ、図3-2のモデルのように整理された。横断方向(1)で見ると、河川中央部が速く外側の河岸では遅い。また(2)川幅が広がると流速が低下し、低下した場所で砂州ができやすくなる。縦断方向(3)で見ると、橋の近傍で遅く、橋と橋の間では流速の速い場所が約80m間隔で繰り返し現れる。海に洪水が合流する場所では流速が低下し、時には逆流も現れる。そして、流速が低下する場所で、河水の越流が生じやすく氾濫することを示した。この御笠川の洪水時の流速と洪水水位の関係は、堤防改修での参考になると考える。

2006年当時、河面模様の移動を捉えそれより流速を求める手法は、垂直撮影の空中写真と視差測定棒を用い計測し、トレーシングペーパーに等流速線を手書き製図する従来手法を用いた。ただ直線的河川に適用できたカメラン効果は、屈曲する河川には、ましてや斜め空中写真では対応できなかった。そして2003年九州豪雨から約20年が経過しGISの発達と新ソフトが登場し、私たちは空中写真を使ってオルソ画像を作成できる便利な写真解析ソフトを使えるようになった。したがって2020年7月豪雨後に実施した、空中写真から流速を求める作業は、地理院地図の斜め空中写真などの地理情報を活用したSfM (Structure from Motion) によるオルソ空中写真作成とGIS解析での作業へと変化し、屈曲する球磨川の流速分布を明らかにできた(黒木、

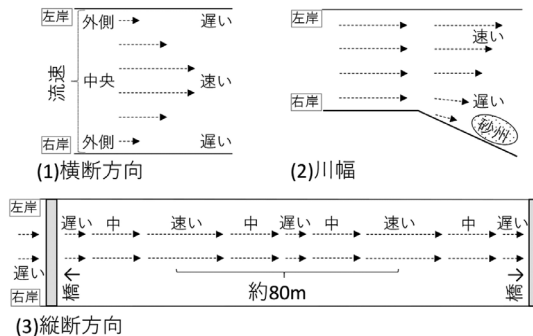


図3-2 御笠川の洪水時の流速分布モデル

2022a). その中で、河道延長方向に現れる流速の周期的緩急が御笠川と同様に地図化されたことは興味深い。

2. 2005 年福岡県西方沖地震

(1) 市街地での被害程度分布－構造物から得た定量的データ－

「福岡では地震が少ない」神話は、2005 年福岡県西方沖地震（マグニチュード 7.0，最大震度 6 弱）の発生で、1898 年糸島地震（伊木，1899）後の約 100 年で崩壊した。この時、震源に近かった福岡市の特に玄界島での斜面崩壊と博多湾沿岸埋立地での液状化被害は顕著で、逆に福岡平野全体で見ると建物倒壊程の被害はなく、再び歴史に埋没することが心配された。そこで市街地について亀裂の定量的データに基づき被害分布図を作成した（黒木ほか，2009）ことを紹介する。地震では建物倒壊は玄界島を除き、九州本島側ではほとんどなかったが、建物や道路等の構造物には多くの亀裂が観察された。写真 3-4 は海の中道海浜公園で見られた地震に伴って亀裂が生じた景観である。アスファルトの路面に多数の亀裂が生じ、そこから液状化に伴う砂が噴出している。また液状化に伴う建物の傾動が示すように地盤の変形に合わせ建物の不等沈下も確認できる。このような噴砂を伴う亀裂は、博多湾に近い埋立地を中心に多く見られた。全体的に被害が甚大な場所の亀裂は大きく、逆に軽微な場所のものは小さかった。そこで木造建物、コンクリート建物、壁、床や路面に類型化して、開口量に応じた 5 段階で亀裂程度を評価した。その



写真 3-4 海の中道海浜公園の被災状況

亀裂情報は1万分の1地形図を基図に、最低1ブロック毎に市街地の踏査で確認し紙地図上に記録し、GISのポイントデータで保存した。類型別の亀裂情報は、近接する異類型の情報と比較対象の上、基準とする程度順序に読み替えた。それをそのポイントデータに結合した上で、GISの空間補間のIDW法で解析し亀裂程度分布とし被害分布と解釈した。

そして亀裂程度分布に基盤深度を重ねた時、湾岸付近の液状化に伴う被害、天神凹地（赤坂－高宮－石城町をつなぐ三角形の凹地）（向山・福岡地盤図作成グループ，1981）の軟弱地盤での揺れの増幅と考えられる被害の大きさが目立った。加えて現在は六本松から西新に屈曲する樋井川は、直線的に大濠公園へ向かう地域、旧樋井川と思われる場所で被害が大きかった。逆に基盤が現れる警固断層の西で被害は小さく、天神付近と対照的に基盤深度が浅くなる博多駅付近で被害が小さかった。

なお、この亀裂の種類や開口量を捉え定量化する手法は、地質調査でボーリングコアの品質を示すために実施される評価法（建設大臣官房技術調査室監修，1999）を地表面に応用したものだった。

（2）福岡平野の震度分布－アンケートから得た定量的データ－

踏査は市街地が限界なので、福岡平野全体の震度分布を求める試みは別手法で行われた（黒木ほか，2010）。そこでは約50問のアンケート調査結果を震度に換算する（太田ほか，1998）という手法を参考とした。実際各個人データは階級の設定された地震時の印象や観察の記憶などで構成される多項目の主観的データから構成されるが、総合化すると客観的な震度、アンケート震度に変換できる。この地震では西南学院大、福岡大、九州産業大学、九大、福岡教育大の5大学の共同作業が行われた。ただこの時、回答者の地震に遭遇した場所の経緯度XY座標が問題だった。そこで当時提供が始まっていたCSVアドレスマッチングサービスを活用した。これは住所をcsvファイルで送信すると瞬時にXY座標を自動返信する東京大学空間情報科学研究センターが提供するサービスである。GISでXY座標はポイントデータに加工でき、そのデータにはアンケート震度を結合させられる。そして各アンケート震度はGISによる空間補間を通じて推定震度の分布図へ展開する。

図3-3は福岡県を中心とする北部九州の推定震度分布である。春休み期間に地震が発生したため、回答者は全国に散在していたため福岡平野に止まらず、図は北部九州一円に対し作成できた。震源に近い糸島半島の北部や志賀

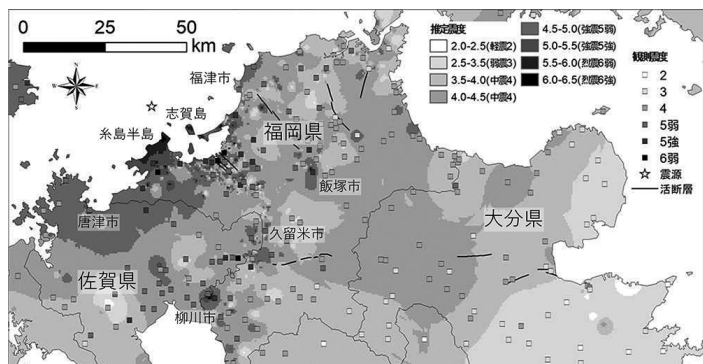


図 3-3 九州北部の推定震度と観測震度

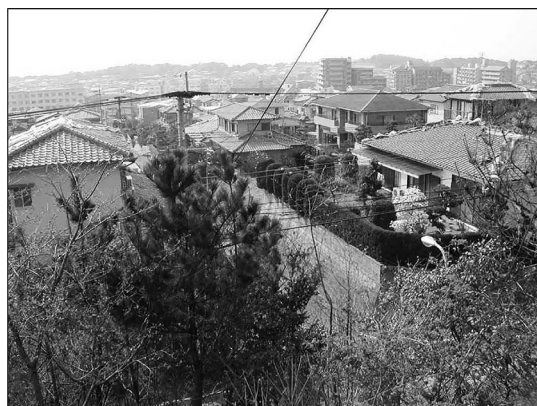


写真 3-5 丘陵地の人工改変地の被害

島にかけて6強、唐津市、福岡市そして福津市沿岸にかけて震度5、そして佐賀県から大分県北部にかけて震度4の範囲が、震源から見て同心円状に広がる。その中で、久留米市、柳川市、飯塚市付近で震度が大きくなる島状の範囲が現れた。散点的な分布となる気象庁の観測点を図に重ね、その周囲の推定震度を比べると、全体及び島状の傾向がほぼ同じため、アンケートからその震度を生む地理条件を検討可能な記録が残せたと考えている。

福岡市街地を拡大して観察すると、亀裂程度の分析結果と同様、博多湾近傍や天神付近で震度が高く求められている。また福岡市東区等で宅地化された丘陵地や脊振山地北麓の帯状の範囲で、震度が周囲より大きくなった。たとえば写真3-5は、福岡市東区美和台の地震直後の景観を示す。丘陵地の人

工改変地である美和台では、擁壁ブロックのずれや屋根瓦の破損が多く生じた。後者に対し、雨水の浸入を防ぐためのブルーシートに覆われた家屋が多数見られた。推定震度は4～5にあるが、場所による被害の大小が生じた。旧版地形図と当時の地形図から標高差分を求め地図化した結果、被害は、盛土地と切盛境界で大きいことも判明している（磯ほか、2013）。

当時、アンケート震度は、性別や年齢別さらに建物階層別にも試作され、震度分布に現れる地域の自然条件の差とともに建物条件や社会条件の差までが示せることが興味深かった。

3. 2017年九州北部豪雨

(1) 斜面崩壊と氾濫—安全な場所を求めて—

2017年九州北部豪雨は、梅雨前線に伴う梅雨末期の豪雨であり、多い所で総雨量500mmを越えた。特に朝倉市では多数の斜面崩壊と土石流が発生し、道路や鉄道が寸断され、水田や果樹園は広く土砂に埋没した（黒木ほか、2018a）。三郡山地を刻む谷を通じて南に排出された土石流は、大量の土砂や流木を谷の出口付近に残しつつ、細粒土砂やトラッシュを含む氾濫水は筑後川の旧河道ともいえる桂川に沿って下流に向かい、長田付近で本流に入った。その時、奈良ヶ谷川の出口に近い国の史跡、堀川用水には大量の土砂が堆積し、三連水車はトラッシュが付着し機能を停止した（写真3-6）。

その中、少なからず被害を免れた場所が見られたため、治水地形分類図を参考にその地形条件を確認した（黒木ほか、2018b、黒木、2019）。低地では段丘と沖積平野の被害の有無が明瞭で、後者に被害は集中しており、離水地



写真 3-6 被災した菱野の三連水車

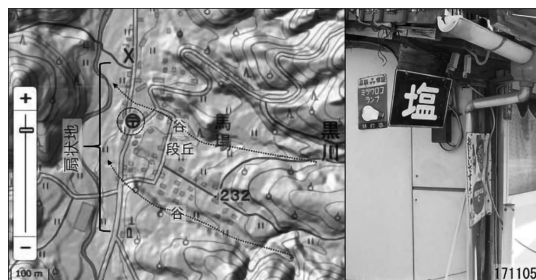


図 3-4 山地内集落の安全な地形と景観

形は安全で未離水の地形は水害への備えが必要という決まり通りだった。また後者の氾濫原でも、従来から言われている通り、自然堤防で浸水深は浅く後背湿地で深いという微地形に対応する被害の大小が観察された。なお山田堰から取り込んだ用水を通す堀川運河など、この付近の水利関連施設は、中村哲氏の NGO「ペシャワール会」によるアフガニスタン支援で参考にされたと言われ、これら一連の水利景観は良い地理教材となる。またこの被害範囲は、山田堰に限らず、柿畑の広がる山地斜面や扇状地、五庄屋遺跡、阿蘇 4 の含まれる段丘、水田にある樹木畑、そして水縄断層など地理教材が集積する巡検の好条件地でもある。

さて一方、斜面崩壊や土石流で孤立しやすい山地内では、傾斜地特有の地形条件が被災の明暗を分けていた。図 3-4 は朝倉市黒川の馬場集落の地理院地図であり、右に集落内で無被害だった場所の独特の景観を示す。

朝倉市黒川の馬場集落は、等高線が西に円弧を描くため一見すると土石流扇状地である。そこに陰影図を重ねると等高線に示せない段差があり実際は開析扇状地となっている。扇状地の中央に東から張り出す段丘があり、その軸中心は郵便局付近に達している。この扇状地の南北にある谷を土石流は西に流れ、扇状地両翼の家屋は多数被災したが、郵便局付近は無事だった。この無被害の地域は馬場集落の中心であり、そこに図 3-4 右の瑱瑯看板が残されていた。つまり昭和時代の遺物の残存は、扇状地のように見える山地内の傾斜地でも、周囲より微妙に高い段丘が介在し、そこを見極めて人々は集落の中心機能を置き、これまで代々引き継いできたことを示している。

(2) 山地内の神社の安全性と災害の記録

黒川の馬場集落から 1km 程南に宮園集落があり、その東端の治水地形分

類図では段丘とされる場所に高木神社がある（写真 3-7）。その時、この地形では土石流が生じ集落に被害が出ている。このためその段丘は、完新世の短期間に離水状態にある土石流扇状地と判断される。また扇端に積み上げられた土嚢は、手前の黒川の河岸侵食への対応である。2017 年九州北部豪雨の際、土石流扇状地にあるこの高木神社は、黒川の氾濫による浸水被害はなく、また扇状地の縁部の為に土石流の直撃を避けられ無被害だった。このように地形学の時間感覚では未離水の土石流扇状地でも、自然堤防あるいは完新世段丘のように比較的 안전한場所が潜在することが分かった。

調査を進めた所、三郡山地内に同名の高木神社が多く、その大半は被災を免れていた（黒木・品川，2018）。高木神社は、英彦山（彦山）神領の鎮護目的で設置された 48 鎮守社（大行事社）を起源とし、そこは政務も行う地域の中心機関で、その大行事社は明治維新期に高木神社と名称が改められたとされる。このように古くから引き継がれた高木神社の設置場所は、地すべり（土塊）、山地・丘陵の尾根、崖錐などにあり、現在の侵食基準面より上に位置する非河成地形が多かった。また未離水の地形でも、土石流扇状地の縁部、谷底低地のより高位に設置されていた。つまり山地内の高木神社群は、非河成地形あるいは河成地形の端という安全な場所を求めている。神社は津波到達に対し、標高が高い場所にあり安全という報告は多いが、一步踏み込み、自然災害に対し後氷期の地形プロセスが及びにくい場所にあり安全、と整理したい所である。

ところで社殿は無被害ながら奉納物が被災し復旧が図られた疣目集落の高



写真 3-7 宮園の高木神社の地形条件

木神社もあったため、被災復旧が古くから繰り返され、奉納物にその記録が残される可能性を追究した。奉納物は、灯籠、石碑、鳥居、狛犬、幟杵石、手水舎、その他に区分し、そこに記載された奉納の目的及び年を記録した（黒木・品川，2020）。奉納年が確認できた数は95個で1727年～1995年間に奉納されていた。10年毎の奉納物数を計上し、時系列でグラフ化し推移を見たが、明治維新から1945年の終戦までの期間が、他の期間に比べその数が多かった。しかし1951年以降では、1989年平成改元を除き、「昭和28年西日本水害」が入る1951年～1960年と「1991年台風19号」が入る1991年～2000年までの数が多かった。江戸時代にも、奉納物数の多い1841年～1850年、1851年～1860年が見られたため、より広域で奉納物を調査する必要があるが生じた。このため、筑後川下流域の福岡県側で、昭和28年の浸水範囲に重なる朝倉市から柳川市までの範囲で139社の1940奉納物を調査した。その結果、確かに被害復旧を示す奉納数の増加が、特に地震と風を伴う豪雨による被災後に数年間現れていた（黒木・杉村，2021）。

神社被災後の復旧奉納が短期間に集中する現象は、自然災害伝承碑の設置と共通する。また神社が自然災害に対し、安全な場所に維持されてきた歴史も思えば、その奉納物は、自然災害伝承碑に勝るとも劣らないだろう。写真3-8は玄界島の自然災害伝承碑であり、2005年福岡県西方沖地震時に落下し壊れた小鷹神社の鳥居（笠木・島木）が展示されている姿である。同様の展示方法は、1995年兵庫県南部地震の被災地の神社でも多数見られ、それらは奉納物として境内に設置されるとともに、今日、地理院地図では、それらが自然災害伝承碑として掲載される例が増した。もちろん新しい鳥居や灯籠は復旧のために奉納されている。これまで全く注目されなかった神社の奉納物を、自然災害の時空間情報を持つ面から追究する好機が来ているように思われる。



写真 3-8 玄界島の小鷹神社の鳥居復旧

(3) 天然記念物の誕生—焼けた樹木は古かった—

2017年九州北部豪雨では、朝倉市の東、東峰村で、僅か1日に800mm以上の降雨があった。斜面崩壊と土石流が頻発し、多くの集落への交通が遮断された。特に大肥川沿いでは氾濫と土石流の被害が甚大だった。この時、宝珠山駅西側の支流の松ヶ平川で侵食された河岸に、礫層に埋没する巨木が水田の僅か2m程下位に現れた（写真3-9）。巨木は直径約70cmでその表面が焼けており、流木とは明らかに特徴が異なっていた。その異常な巨木情報は当村教育委員会へ、福岡県へ、そして文化庁にまで流れた。その後、踏査による地質確認、ドローンでの地形モデル作成、衛星データによる阿蘇から現地までの地形・植生解析、詳細なDEMによる火砕流の地形判読などが行われた。写真3-9の露頭では、阿蘇4火砕流が厚さ約2mの砂礫層下に入り、横倒しの樹木が阿蘇4火砕流に取り込まれており、阿蘇4火砕流には炭化した木片や脱ガスパイプが多数みられた。さらにトレンチ調査や露頭資料による火山灰分析や花粉分析も実施され、9万年前の寒冷な時期に阿蘇4火砕流に直撃されそのまま埋没した樹木であることが分かった（東峰村教育委員会、2021）。そしてその成果は「阿蘇4火砕流堆積物と地域の人々の生活や文化には強い関連がある。自然災害の痕跡と地域文化の成り立ちや特徴を示す貴重な地域教材としても利用できる」、「露頭や埋没樹木などは、阿蘇4火砕流と拡散のプロセスを示す重要な学術資料としての価値がある」と整理された。そして文化財保護法に基づき「阿蘇4火砕流堆積物及び埋没樹木」は天然記念物に指定された（黒木、2022b）。

このように2017年豪雨により九州北部は甚大な被害を受けつらい歴史を



写真 3-9 埋没樹木が出現した露頭

刻んだ。しかし、その被災から地理的な見方・考え方を通じて、復旧の力となる文化財が誕生した出来事は心に強く刻まれた。なお 2023 年現在、東峰村では、その保存と活用に向けた検討の段階にある（黒木、2022b）。

参考文献

- 伊木常誠（1899）：福岡地震調査報告．震災予防調査會報告，29，5-10.
- 磯 望・下山正一・黒木貴一・宗 建郎（2013）：第 I 部，第 5 章，災害と環境．自然と遺跡から見た福岡の歴史，新修「福岡市史」特別編，74-103.
- 太田 裕・小山真紀・中川康一（1998）：アンケート震度算定法の改訂 一高震度領域．自然災害科学，16-4，307-323.
- 黒木貴一（2019）：2017 年九州北部豪雨による北野平野とその周辺における各種被害と学校防災．福岡教育大学紀要，68-2，1-11.
- 黒木貴一（2021）：地理情報から福岡市の水利用を測る．地理，66-6，76-71.
- 黒木貴一（2022a）：令和 2 年 7 月豪雨時の球磨川洪水流の流速と被害．応用地質，62-5，1-8.
- 黒木貴一（2022b）：地域の誇りを展示できる幸運 一福岡県東峰村の例一．阡陵，no.85，4-5.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介（2007）：2003 年九州豪雨による太宰府市原川流域の斜面崩壊と谷壁斜面の地形・地質的特性．応用地質，48-4，170-179.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介（2009）：亀裂情報から被害分布図を作成する簡便な方法 一福岡県西方沖地震を例に．応用地質，50-3，151-159.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介（2018a）：2017 年九州北部豪雨による北野平野の土砂堆積と地形．第 9 回土砂災害に関するシンポジウム論文集，73-78.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介・鴨川武文・藤田 隆（2010）：アンケートによる 2005 年福岡県西方沖地震の推定震度の GIS による地図化．地図，48-2，1-10.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介・張麻衣子（2005）：2003 年九州豪雨による浸水状況から見た福岡市博多駅周辺の土地条件．季刊地理学，57，63-78.
- 黒木貴一・磯 望・後藤健介・張麻衣子（2006）：2003 年九州豪雨時の御笠川における実体鏡による流速推定．地図，44-4，1-8.
- 黒木貴一・品川俊介（2018）：2017 年九州北部豪雨で災害を免れた神社の地

- 形条件. 2018 年秋季学術大会日本地理学会発表要旨集, 94, p88.
- 黒木貴一・品川俊介 (2020): 神社に着目した山地斜面の安全性と災害情報.
第 10 回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 151-156.
- 黒木貴一・品川俊介・松尾達也 (2018b): 2017 年九州北部豪雨で災害を免れた場所の地形条件. 日本応用地質学会平成 30 年度研究発表会講演論文集, 93-94.
- 黒木貴一・杉村伸二 (2021): 筑後川下流域の神社奉納物によるローカル地域の見方. 福岡教育大学紀要, 70-2, 1-10.
- 建設大臣官房技術調査室監修 (1999): ボーリング柱状図作成要領 (案) 解説書 (改訂版), (財) 日本建設情報総合センター, 55p.
- 小林 茂・磯 望・佐伯弘次・高倉洋彰 (1998): 福岡平野の古環境と遺跡立地 — 環境としての遺跡との共存のために —. 九州大学出版会, 289p.
- 東峰村教育委員会 (2021): 東峰村の阿蘇 4 火砕流堆積物及び埋没樹木発掘調査報告書. 東峰村文化財調査報告書, 5, 58p.
- 福岡市道路下水道局計画部下水道計画課 (2022): 山王雨水調整池.
https://www.city.fukuoka.lg.jp/doro-gesuido/keikaku/hp/usuiseibirainbowplanhakata_5.html (2023 年 2 月 16 日閲覧)
- 向山広・福岡地盤図作成グループ (1981): 福岡地盤図. 九州地質調査業協会, 174p.