

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K01140

研究課題名（和文）統合自然地理学的研究による地盤災害・豪雨災害の危険度評価とハザードマップの検証

研究課題名（英文）Risk assessment of ground disasters and heavy rain disasters and verification of hazard maps through integrated physical geography research

研究代表者

青山 雅史（Masafumi, AOYAMA）

群馬大学・共同教育学部・教授

研究者番号：30724744

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：豪雨災害に関しては、2019年東日本台風（台風19号）襲来時における荒川支流都幾川流域の埼玉県東松山市で発生した洪水災害について調査した。調査地域の浸水は低地に限定され、浸水域はほぼ洪水ハザードマップの想定浸水域内であった。水害リスクが高く水田として利用されていた低地が2000年代以降開発され、宅地や商業地へと変化した地域が被災した。都幾川と越辺川合流点付近では、周囲よりも堤体が小規模な「弱小堤」で破堤が生じていた。また、群馬県内の歴史災害について、災害碑に関するインベントリを作成した。液状化に関しては、2024年能登半島地震の液状化分布やその地形条件、土地履歴などについて明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究においては、近年頻発している洪水災害における浸水地域の地形条件や土地利用変化、ハザードマップとの関係、水害履歴、治水対策の経緯などとの関係を明示することができ、今後優先的に水害対策を行うべき地点の抽出や土地利用のあり方、水害リスク評価などに貢献できるものである。歴史災害の被災教訓を明らかにし、提示することは、地域防災に資するものとなる。液状化災害に関しては、2024年能登半島地震における液状化発生域の分布やその地形条件、土地履歴などについて新潟県、富山県、石川県の複数地域で明らかにすることができ、その成果は今後の液状化危険度評価、液状化ハザードマップの精度向上などに資するものである。

研究成果の概要（英文）：This study verified flood disasters of the 2019 East Japan Typhoon (Typhoon No. 19) and liquefaction disaster of the 2024 Noto Peninsula earthquake. In Higashimatsuyama City, Saitama Prefecture, the lowland were inundated during the 2019 East Japan Typhoon (Typhoon No. 19). Inundation in the study area was limited to lowland areas, and the inundation area was almost within the expected inundation area on the flood hazard map. The area near the confluence of the Tokigawa River and OppeOppe River is an area where "weak levees" with lower height and narrower levee bodies than the surrounding area remained. This study also clarified the distribution of liquefied sites, its topographical conditions and land history during the 2024 Noto Peninsula

研究分野：自然地理学，地形学

キーワード：洪水 液状化 土地履歴 歴史災害 災害碑

## 1. 研究開始当初の背景

近年、平野部の地盤災害・豪雨災害(液状化、盛土地すべり、土石流、堤防決壊・越水による浸水等)により、宅地や社会生活基盤(インフラ)に甚大な被害しばしば生じている。そのため、それらの災害発生危険度(災害リスク)を高精度に評価することが求められ、それに関する研究が推進されてきた。その結果、液状化はかつての水域を埋め立てた領域や砂利などの採掘地を埋め戻した領域など、特定の地形・土地条件を有する領域において発生しやすく(安田 1988; 若松 2011; 青山・小山 2017)、同じ地点で繰り返し発生しやすいことが明らかにされた(Yasuda and Tohno 1988 など)。豪雨災害に関しても、近年の豪雨災害における浸水域には過去にも同様の被災履歴がある地区が多くみられ(内田 2011; 小山ほか 2017 など)、それらの地区のなかには災害碑など被災教訓が残されていた事例が複数存在した。

その一方、近年の地震においては、「液状化ハザードマップ」において液状化発生危険度が高いとされていなかった地区においても液状化が発生した事例(宇根ほか 2015)や、大規模盛土造成地の分布を示した「大規模盛土造成地マップ」に盛土地として図示されていなかった地区において地すべりが発生した事例がみられた。また、豪雨災害においても、一部地域において浸水想定区域外における浸水事例や適切な避難行動が取られなかった事例がみられた。このように、近年、大規模な地震や豪雨が起るたび、被害実態とハザードマップの予測との間に乖離がみられることから、現時点において液状化、盛土地すべりや河川氾濫などの危険度評価、対策が適切に行われているとは言い難い状況にあり、地域に残る災害記録、被災教訓や土地の履歴などに関する把握(理解)は不十分といえる状況にあった。

## 2. 研究の目的

本研究は、日本列島において最も居住人口の多い関東平野に加え、近年の地盤災害・豪雨災害被災域を対象として、それらの地域の土地の履歴や災害発生履歴、被災教訓などを明らかにし、地盤災害および豪雨災害発生危険度を多角的(俯瞰的)に評価することによってハザードマップの内容を検証し、その精度向上に寄与することで地域防災・減災に資することを目的とする。

日本列島はその地理的条件から地震や豪雨に起因する地盤災害による被害は近年においても頻発しており、多くの人的・物的被害、経済的損失が生じている。また、被害実態とハザードマップにおける予測との乖離がたびたびみられ、「想定外」の被害が発生している。そのため、より精度の高い地盤災害・豪雨災害危険度評価を行い、ハザードマップの精度向上を実現することは喫緊の課題であり、その社会的意義は大きい。それらの災害発生には、地形・地質的な自然要因だけでなく人為的地形改変(土地改変)などの社会的要因も大きな影響を与えている。また、それらの災害リスク評価には過去の被災履歴の理解も重要である。

したがって、地盤災害・豪雨災害のリスク評価には、自然科学のみならず人文・社会科学までも含んだ総合的(多面的)な視点からの調査・検討が必要となる。しかし、災害リスク評価に関する研究は理学、工学分野の研究は多いが、本研究のような「地理学の強み」を活かした領域俯瞰型の研究は少ない。過去の被災教訓が地域の防災・減災に活かされていない傾向があるため、新しい地図記号「自然災害伝承碑」が制定された。しかし、地形図に掲載されている災害碑は現在まだわずかなものしかない。本研究で得られた成果は「自然災害伝承碑」の掲載内容充実化にもつながり、防災への関心を高めることや地理・防災教育への波及効果なども期待される。

## 3. 研究の方法

2019 年東日本台風洪水災害: 現地踏査と空中写真判読を実施し、埼玉県東松山市の都幾川流域における洪水浸水域分布を明らかにした。浸水域分布データを GIS データ化し、地形分類図との重ね合わせ分析から浸水域の地形条件を検証した。また、洪水ハザードマップとの重ね合わせも行い、洪水(浸水)予測の妥当性を検証した。浸水域の土地履歴や水害発生履歴、治水対策の歴史的経緯などについて、時系列地理空間情報や文献資料などから検討した。

群馬県内の歴史災害: 現地踏査や住民への聞き取り調査、自治体発行の市町村史や行政文書等の精査などにより、群馬県内の災害碑、被災教訓に関するデータベース(インベントリー)を作成した。

液状化発生域の分布、地形条件、土地履歴、ハザードマップの妥当性の検証: 2024 年能登半島地震における液状化分布を明らかにするため、広域的な現地踏査を実施した。それで得た液状化分布のデータと地形分類情報、液状化ハザードマップとを GIS で重ね合わせを行い、液状化発生域の地形条件を求め、液状化ハザードマップの妥当性について検証した。いくつかの液状化発生域の土地履歴について、自治体発行市町村史などの文献や時系列地理空間情報、地域に残された絵図などから検討した。

## 4. 研究成果

2019 年東日本台風洪水災害: 埼玉県東松山市都幾川流域の浸水域はほぼ低地に限定され、台地(段丘面)上における浸水被害はみられなかった。浸水域の多くは氾濫平野(後背湿地)上

の農地(水田)であったが、2000年代以降氾濫平野上で盛土造成されて開発が進んだ国道407号線沿線のあずま町の商業地域や住宅地域の一部も浸水した。東松山市水害ハザードマップにおいても台地上の浸水は想定されておらず、今次災害においてはハザードマップの想定浸水域を超えるような「想定外」の浸水は発生しなかったと判断された。周囲を都幾川と九十九川、越辺川などの河川に囲まれている早俣地区や正代地区の低地(氾濫平野と自然堤防)のほとんどは今次災害において浸水した。東松山市水害ハザードマップにおいても、この低地は想定浸水域となっていた。

2000年代以降も、都幾川と越辺川の合流点付近では、九十九川水門の設置(2011年竣工)や堤防強化などの治水対策が進行しつつあった。しかし、都幾川と越辺川合流地点付近、都幾川最下流部右岸には、周囲より堤防幅が狭く堤防高が低い堤防である「弱小堤」が残存していた。国土交通省もこの弱小堤が本地域の治水対策上の弱点と考え(国土交通省関東地方整備局2012)、堤防のかさ上げや拡幅によりその解消に向けて河川改修事業が進んでいった。2019年東日本台風による洪水災害発生前の2019年4月のGoogle Earth画像を判読すると、弱小堤は小剣樋管を挟んだ約160mが残存している状態であった。しかし、この弱小堤の解消が完了する前、2019年台風19号豪雨により、小剣樋管より上流側約90mの区間にわたり堤防が決壊した。

群馬県内の歴史災害：これまで比較的多くの知見がある1783年浅間山噴火に伴う天明泥流災害のほかにも、1910年、1935年、1947年などの水害においては甚大な被害が発生しており、それらに関連した石碑(石造物)が群馬県南部に多く存在していることが見出された。それらには、各地域における被災教訓に関する詳細な記録がなされ、当時の地域社会に与えたそれらの災害の影響の大きさを読み取ることができた。また、文献記述の中にも、液状化発生を示唆する記述があることも見出した。地域に存在する石碑の中には、その地域における土地変遷履歴を詳細に記したものもあり、液状化災害リスクを検討するうえで重要な情報を与えてくれるものも存在していることが明らかとなった。赤城山麓の河川沿いには1947年カスリーン台風に関連した災害碑が多く分布している。土石流被害が大きかった河川流域では慰霊・供養碑に加え、農地や用水路復旧を記念した災害碑(復旧記念碑)が多く分布する。1935年水害碑は碓氷川、烏川流域に多く分布し、1910年水害碑は碓氷川、烏川下流域、利根川流域の千代田町などに分布していた。江戸後期の水害碑は利根川流域の千代田町や明和町に建立されており、堤防決壊区間長や浸水深、金銭的援助を地域に施した人物に対する顕彰などが刻まれた石碑が確認された。

この調査を進めていく過程において、本地域には明治期から昭和初期にかけて発生した雹霜害を詳細に記録した石碑(雹霜害碑)や石造物を数多く見出した。本地域は養蚕業や「養蚕信仰」が盛んな地域であり、養蚕業が地域の主要産業となっていた明治期から昭和初期における雹霜害は、本地域に甚大な被害をもたらした。本研究において雹霜害碑を含む養蚕信仰に関連した石碑を網羅的に調査し、地図化し、それらの雹霜害が地域住民に与えた被害や衝撃の大きさを提示することができた。雹害碑と霜害碑は江戸末期から昭和初期にかけて建立されており、養蚕が盛んであった時期に流布されていた養蚕信仰とも関係している。特に、1887(明治20)年の雹害、1893(明治26)年の霜害により、当時養蚕が盛んであった地域に数多く建立されていた。それらの碑文には、降雹や降霜により桑の葉が枯死し、桑の葉を飼料とする蚕の飼養が困難となり、蚕の亡骸を神社境内等に埋葬した旨が刻まれていた。

液状化発生域の分布、地形条件、土地履歴、ハザードマップの妥当性の検証：2024年能登半島地震により液状化が発生した石川県中部、富山県、新潟県新潟市信濃川旧河道などの地域を対象として、詳細な現地踏査に基づいた液状化地図を作成した。

現地踏査は、石川県金沢市、内灘町、かほく市、宝達志水町、羽咋市、七尾市、富山県富山市、高岡市、射水市、氷見市、新潟県新潟市西区と江南区の信濃川沿岸部を対象として実施した。噴砂はその地点における液状化発生を示す指標となるため、現地踏査において噴砂が確認された道路区間や空き地、農地の噴砂を地図化し、目視観察で確認された液状化に起因するとみられる地盤変状や構造物被害などを記載することで、液状化発生域の分布や液状化被害の概況を把握することが可能となる。また、調査地域のうちのいくつかの地域を対象として、本調査研究で作成した液状化地図と地理院地図地形分類図、旧版地形図や過去に撮影された空中写真などの地理空間情報とのGISを用いた重ね合わせ分析や江戸期に作成された絵図、文献資料などを参考として、本地震液状化発生域の地形条件や土地履歴との関係について検討した。

砂丘縁辺部、浜堤での液状化：金沢市から羽咋市にかけての日本海沿岸部には砂丘が発達しており、砂丘内陸側縁辺部に該当する地域において液状化が多発した。それらの液状化発生域では、液状化に伴う側方流動によるものとみられる家屋や道路、電柱などの構造物や宅地地盤の被害が多数発生した。富山県西部(氷見市、高岡市伏木、射水市)では、沿岸部の浜堤(砂州)において液状化の発生が多数確認された。氷見市では、浜堤上約2kmにわたって多数の戸建家屋の不同沈下、宅地地盤の沈下、傾斜などの液状化と関連するとみられる被害が発生した。本研究では調査未実施であるが、新潟市西区の砂丘内陸側縁辺部においても液状化が多発し甚大な被害が発生したことが確認されている。砂丘縁辺部や浜堤の液状化発生域は、高度経済成長期以降に宅地造成が進んだ地区もあるが、明治期には既に集落が形成されていた地区でも多くの液状化発生が確認された。

旧河道、旧湿地における液状化：新潟県西区と江南区の信濃川沿岸部では、細長い帯状の領域

において液状化が発生した。それらの領域は、江戸期や明治期に信濃川の治水対策を目的とした河川改修による河道付け替えとその後の河道埋め立て、その後高度成長期以降に宅地造成が進んだ領域である。この地域では1964年新潟地震でも液状化が発生しており、それから60年経過した本地震において再液状化が生じたことになる。高岡市伏木地区の液状化は、かつての湿地が江戸後期に造成されて市街（宅地）化が進んだ地区において多発し、甚大な液状化被害をもたらされた。氷見市市街地では前述の浜堤の内陸側でも広域的に液状化が発生し、その領域は江戸期以降に旧河道や湿地などを埋め立てた（盛土された）領域である可能性がある。富山市神通川旧河道、高岡市庄川旧河道や羽咋市羽咋川旧河道などでも、多くの地点で液状化の発生が確認された。

臨海部埋立地の液状化：七尾市、氷見市、高岡市伏木地区や射水市では、臨海部埋立地における液状化の発生が多数の地点で見られた。それらの埋立地は、1980年代以降に埋め立てられて造成されたものが多い。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 青山雅史	4. 巻 72
2. 論文標題 2019年台風19号における都幾川下流域の洪水災害と地形条件, ハザードマップや治水対策との関係	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 群馬大学共同教育学部紀要 人文・社会科学編	6. 最初と最後の頁 69, 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 青山雅史	4. 巻 71
2. 論文標題 群馬県南部における雹霜害碑とその建立経緯の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 群馬大学共同教育学部紀要 人文・社会科学編	6. 最初と最後の頁 65-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 青山雅史	4. 巻 90
2. 論文標題 土地の履歴からみた自然災害のリスク	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 474-476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青山雅史	4. 巻 26
2. 論文標題 赤城山西麓・南麓における1947年カスリーン台風災害碑の分布と特徴	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 えりあぐんま	6. 最初と最後の頁 23-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青山雅史	4. 巻 747
2. 論文標題 災害碑からみた過去の自然災害	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 考古学ジャーナル	6. 最初と最後の頁 30-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 令和6年能登半島地震による新潟市西区信濃川旧河道における液状化の発生状況
3. 学会等名 日本地理学会2024年春季学術大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 災害碑と伝統的水防建築からみた群馬県南東部における江戸中期以降の水害と土地履歴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 群馬県南東部における伝統的水防建築「水塚」と水害碑の分布、水害被害低減効果の検討
3. 学会等名 群馬地理学会2023年研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 令和6年能登半島地震による 新潟市西区信濃川旧河道における液状化の発生状況
3. 学会等名 日本地理学会2024年春季学術大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 千明拓斗・青山雅史
2. 発表標題 榛名火山南東麓の流れ山の分布特性からみた陣場岩屑なだれの土砂供給量の検討
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 災害碑からみた群馬県南部利根川中流域における近世以降の歴史災害とその地域社会への影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千明拓斗・青山雅史
2. 発表標題 榛名火山陣場岩屑なだれの土砂供給量と人為的地形改変による流れ山の消失過程に関する検討
3. 学会等名 群馬地理学会2022年研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青山雅史・千明拓斗
2. 発表標題 榛名火山南東麓の流れ山からみた陣場岩屑なだれの土砂供給量と人為的地形改変による流れ山の消失
3. 学会等名 日本地理学会2023年春季学術大秋
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 群馬県南部における雹霜害関連碑とその建立経緯の検討
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青山雅史
2. 発表標題 群馬県南部における水害碑の分布とその特徴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 公益社団法人日本地理学会	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 842
3. 書名 地理学事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-



6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------