

学位論文要約

広島県における 1945 年枕崎台風の  
斜面崩壊と災害に関する地理学的研究

広島大学大学院人間社会科学研究科  
教育科学専攻 教師教育デザイン学プログラム  
社会認識教育学領域

D200856 岩佐 佳哉

## 序章：はじめに

湿潤変動帯に位置する日本列島では、豪雨により、斜面崩壊を起因とする土砂災害や河川の氾濫による浸水被害が毎年のように発生している。特に、広範囲に豪雨が及ぶと、多数の死者や被害が一つの県域スケールやそれを超えて生じるような広域豪雨災害となる。

豪雨災害の発生場所や発生時期を予測するためには、過去の豪雨災害とその要因となる斜面崩壊や土石流および浸水の位置・履歴・頻度を解明することが重要である（太田ほか 2010；西山・若月 2015；八反地 2019；Yano et al. 2019）。明治以降の豪雨災害の中で最も多くの死者数が生じ、広域におよんだ枕崎台風に伴う被害やその要因となる自然現象の分布を解明することは、広域豪雨災害の発生が懸念される今後の防災・減災を考える上で示唆に富むと考えられる。

1945年9月の枕崎台風では全国で3,756人の死者が生じ、半数以上の2,012人が広島県において死亡した（国立防災科学技術センター第1研究部災害研究室 1970）。しかし、広島に原子爆弾が投下され、終戦直後の混乱した時期の出来事であったため、枕崎台風に関する悉皆的な被害調査が行われたとは考えにくい。また、枕崎台風に伴う斜面崩壊の分布は一部の地域でのみ明らかにされているにすぎず（坂田 1951；河田ほか 1992；石川 2002）、枕崎台風に伴い発生した斜面崩壊や死者の数や分布について、全体像は未だ明らかにされていないと考えられる。このような過去に発生した広域土砂災害に伴う斜面崩壊や死者について空間的に明らかにすることは、過去の土砂災害やその要因となる斜面崩壊の履歴・頻度を解明するうえで基礎的なデータを与える。

斜面崩壊の発生頻度や発生予測に深く関わる考え方として、斜面崩壊の免疫性がある。斜面崩壊の免疫性とは、斜面崩壊が一度発生すると、

同じ地点において斜面崩壊が再発しないという考え方である（小出 1955）。斜面崩壊によって失われた表層土や風化した基盤岩が時間の経過とともに再度形成されると、斜面崩壊の再発の素因となる（下川 1983；荒木ほか 1997）。免疫性の有無やその有効期間を明らかにすることで、斜面崩壊の発生場所の予測や発生の切迫度の推定が可能となる。ある期間において斜面崩壊の免疫性が保たれているかを直接的に検証するためには、二つの時期に発生した斜面崩壊が同一の斜面で発生したか否かを検討することが有効である。

今後の防災・減災を考えるうえで、過去の災害に関する地理情報を活用することは、現実感のある災害リスクの認識が可能となる点で重要であり（後藤ほか 2020；小山ほか 2020）、地理情報を活用する場面のひとつに学校での防災教育が想定される。2017年と2018年に告示された中学校・高等学校学習指導要領では、改訂の要点として社会科地理的分野と地理総合における防災教育の重視が示された（文部科学省 2018；2019）。本論文において明らかにする枕崎台風に関する地理情報は、学習指導要領に示された防災教育で想定されている、過去に発生した災害の様子を調べる活動において活用することができると考えられる。また、災害が発生してから70年以上が経過し、生徒やその家族が生まれる前の出来事である枕崎台風を事例として扱うことで、被災地において、生徒やその家族に対して心理的ストレスを与えにくい防災教育を行うことができると考えられる。

以上の背景から本研究では、広島県を対象に枕崎台風に伴う斜面崩壊と災害に関する地理情報の収集と分析を行うとともに、地図情報の活用事例を通して、過去の自然災害に関する地理情報の収集と地図化の重要性を明らかにすることを目的とする。以上の目的に基づいて、本研究を

図 1 に示す手順で進める。すなわち、広島県の地形・地質学的特徴と土砂災害を整理した後、枕崎台風に伴う斜面崩壊の分布と特徴を明らかにする。その後、枕崎台風と西日本豪雨の斜面崩壊の分布の比較に基づき、斜面崩壊の免疫性の検証を行う。さらに、枕崎台風に伴う死者数と被災地点の特徴を明らかにしたうえで、収集した過去の豪雨災害に関する地理情報を防災教育に活用することの効果を議論する。

## I 章：対象地域の概観

I 章では先行研究に基づいて、広島県の地形・地質学的特徴と土砂災害を整理する。広島県はほぼ全域が広義の中国山地に含まれ、南は瀬戸内海に面している。山地は主に後期白亜紀の広島花崗岩類と高田流紋岩類（以下、それぞれ花崗岩類、流紋岩類とする）からなる（東元ほか 1985；松浦ほか 2002）。山地の頂部には定高性が認められ、標高 450～550 m の吉備高原面や標高 300～450 m の世羅台地面といった 2 段の侵食小起伏面に区分される（藤原 1980）。花崗岩類は容易に風化し、崩壊しやすい

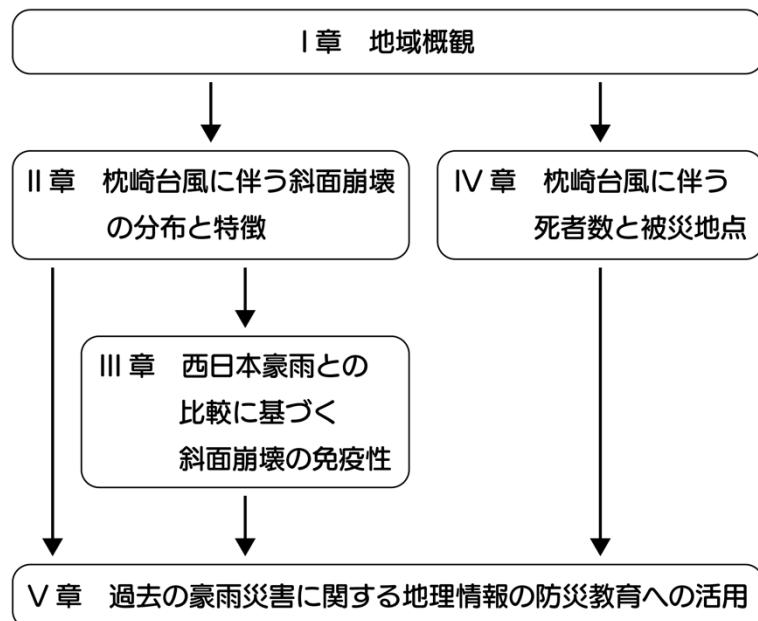


図 1 本研究のフローチャート

真砂となるため、花崗岩類が分布する地域では豪雨によって斜面崩壊が発生しやすい（東元ほか 1985）。花崗岩類と鉱物組成が類似する流紋岩類も化学的風化作用によって砂質土に変化するため、斜面崩壊が発生しやすいと考えられる（松倉 2021）。花崗岩類や流紋岩類からなる山地の周囲では土石流が繰り返し堆積したと考えられ、山麓緩斜面が発達する（東元ほか 1985）。

明治以降、広島県では豪雨災害が繰り返し発生してきた。1945年の枕崎台風では、全国で3,756人、広島県では2,012人の死者・行方不明者を出した（国立防災科学技術センター第1研究部災害研究室 1970）。広島県における枕崎台風による死者のうち、土石流を含む土砂災害による死者がおよそ3分の2、洪水災害による死者がおよそ3分の1とされている（河田ほか 1992）。土砂災害により多くの死者が生じていることから、広島県では枕崎台風に伴って多数の斜面崩壊が発生したと考えられる。

西日本豪雨では広島県南部と岡山県西部において8,497個の斜面崩壊が発生した（Goto et al. 2019）。西日本豪雨に伴う斜面崩壊は野呂山や呉市と東広島市にまたがる前平山の周辺で最も発生密度が大きく、広島湾の東岸や西条・黒瀬盆地でも発生密度が大きい（Goto et al. 2019）。西日本豪雨に伴う広島県における死者および行方不明者は120人であり、広島湾東岸に位置する市町における死者数が多い。

1945年の枕崎台風と2018年の西日本豪雨は広島県南部の広い範囲に大きな被害をもたらした点で共通しており、地理学的研究の対象として適当である。したがって、本研究では広島県を対象地域とする。

## II章：枕崎台風に伴う斜面崩壊の分布とその要因

II章では空中写真判読に基づいて、枕崎台風に伴って発生した斜面崩

壊の分布を明らかにし、降水量の分布、地形や地質条件との関係を定量的に議論した。対象地域では枕崎台風に伴う斜面崩壊が少なくとも6,668個発生したことが明らかになった（図 II-1）。斜面崩壊は対象地域の広範囲に分布し、特に広島湾の沿岸地域や西条盆地西部、野呂山や前平山の北麓には斜面崩壊が多く分布する。土砂移動の面積は対象地域の西部、特に経小屋山周辺や古鷹山周辺、野呂山と前平山の周辺で大きい。土砂移動の面積とその個数を集計すると、土砂移動の面積が0.01 km<sup>2</sup>（10,000 m<sup>2</sup>）未満と小さいものが全体の94%を占めており、枕崎台風の際には小規模な表層崩壊が多数発生したといえる。

斜面崩壊の発生密度と降水量・地形・地質の相互の関係を検討すると、最大24時間降水量が170 mm以上の地域のうち、花崗岩類が分布する地質条件で、標高200～500 m、傾斜量40～50°、傾斜方位南東から

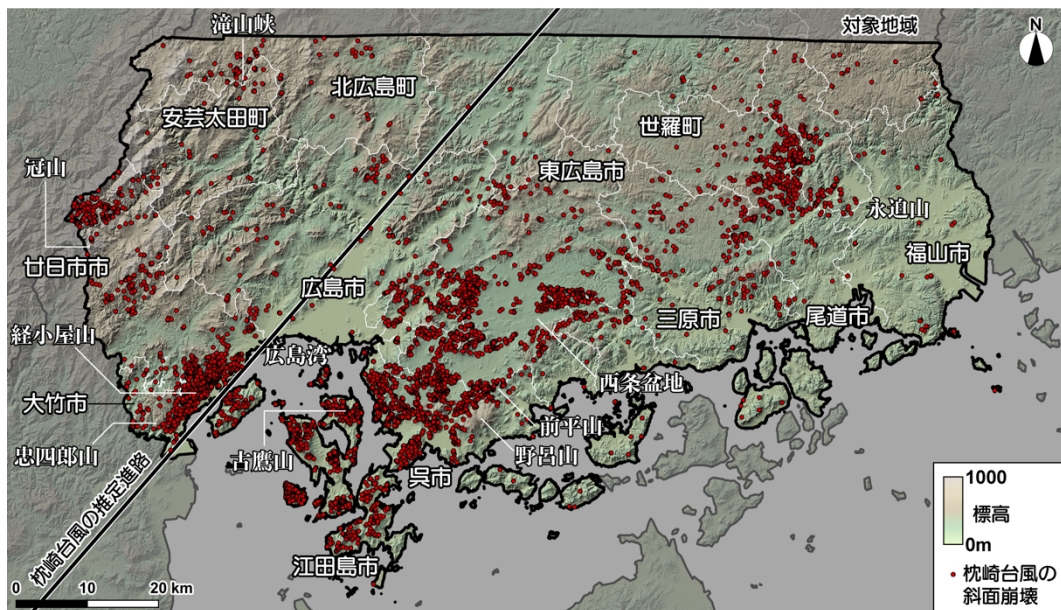


図 II-1 枕崎台風に伴う斜面崩壊の分布と地形

注：斜面崩壊の分布は空中写真判読に基づく。

資料：枕崎台風の推定進路は中央気象台編（1949）、広島県土木建築部砂防課編（1997）、気象庁 web サイト（<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bo-sai/report/1945/19450917/19450917.html>（最終閲覧日：2021年8月19日））を参照して作成した。基図は基盤地図情報数値標高モデル10 mメッシュデータおよび国土交通省の国土数値情報を用いて作成。

南西，平面曲率 $-0.3\sim 0$ の地形条件である場所で枕崎台風に伴う斜面崩壊の発生密度が大きかったといえる。また，土砂移動の面積は，花崗岩類が分布する地質条件で，降水量が $170\sim 230$  mm，起伏量が $70\sim 400$  mである場所で大きい。

### III章：西日本豪雨との比較に基づく斜面崩壊の免疫性の検討

III章では枕崎台風と西日本豪雨に伴う斜面崩壊の分布を比較し，枕崎台風から西日本豪雨までの73年間に斜面崩壊に繰り返しがあったかを検証した。枕崎台風と西日本豪雨に伴う斜面崩壊の分布を比較すると，広島湾東岸から西条盆地西部にかけて多くの斜面崩壊が分布する点は共通する（図 III-1）。

対象地域において，枕崎台風と西日本豪雨に伴う斜面崩壊の発生密度の高い範囲がどの程度重なり合っているかを検討するために，西日本豪雨に伴う斜面崩壊の崩壊源に最も近い枕崎台風に伴う崩壊源までの距離（以下，DSとする）とその個数を集計した（図 III-2）。全体の傾向として，DSが近づくにつれてその個数が増加する。一方で，DSが30 m未満のものは個数が明らかに減少する。枕崎台風と西日本豪雨の両方の斜面崩壊の発生密度が高い地域にDSが30 m未満のものが分布するが，その個数は限られている。したがって，西日本豪雨に伴う斜面崩壊の発生密度が高い地域であっても，枕崎台風の際に崩壊が発生した斜面に近接した場所では，西日本豪雨に伴う斜面崩壊が発生しにくかったと解釈することができる。

DSが短いもののうち，最短距離が30 m未満であり，かつ同じ谷の中にある崩壊源同士を同一斜面において崩壊が再発したとみなして集計すると，その数は113個であった。西日本豪雨に伴う斜面崩壊は7,874

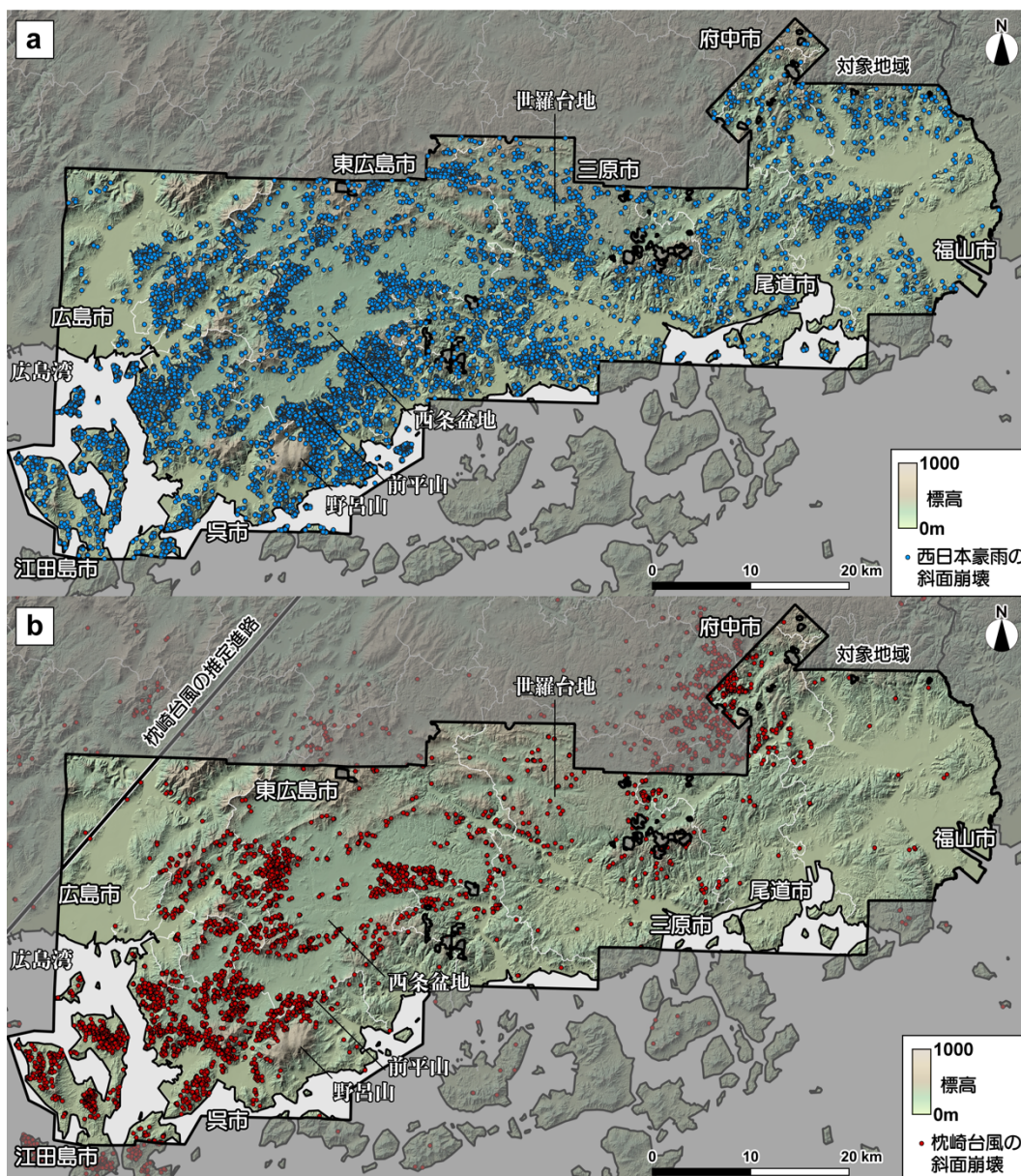


図 III-1 西日本豪雨 (a) と枕崎台風 (b) に伴う  
斜面崩壊の分布と地形

注 : 薄灰色は、研究対象外の範囲を示す。

資料 : 広島大学平成 30 年 7 月豪雨災害調査団 (地理学グループ) (2018b), 中央気象台編 (1949), 広島県土木建築部砂防課編 (1997), 気象庁 web サイト (<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/1945/19450917/19450917.html> (最終閲覧日: 2021 年 8 月 19 日)), 基盤地図情報数値標高モデル 10 m メッシュデータおよび国土交通省の国土数値情報を用いて作成。



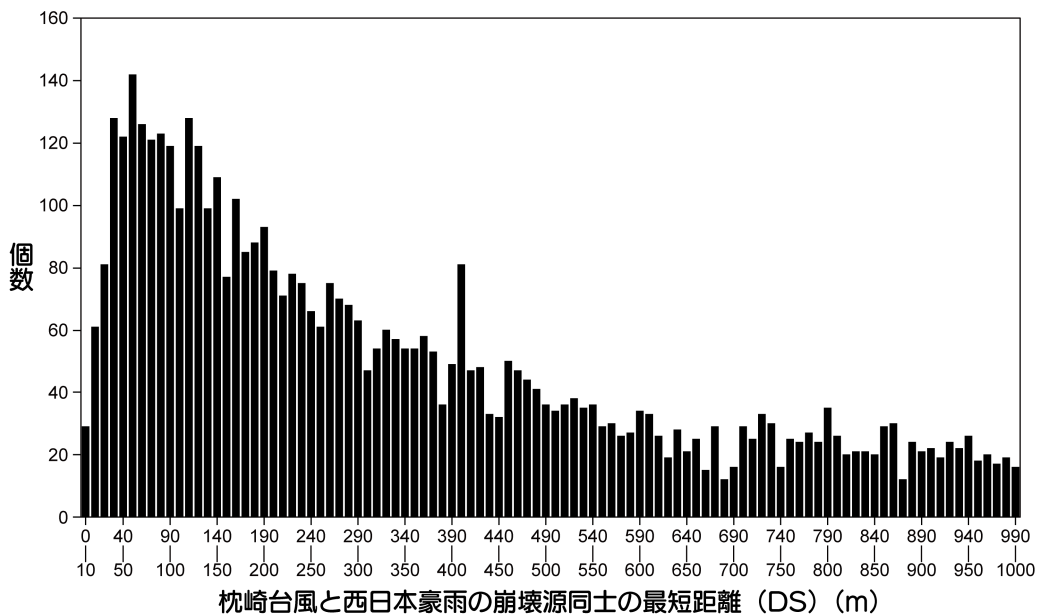


図 III-2 枕崎台風と西日本豪雨の崩壊源同士の最短距離と個数  
注：互いの崩壊源が同じ谷に分布するか否かは考慮していない。

個発生していることから、同一斜面において斜面崩壊が再発したものは全体の 1.4% にすぎず、少なくとも 73 年間では免疫性が保たれている場所が圧倒的に多かったといえる。火山灰や樹木の年代から得られた斜面崩壊の免疫性の有効期間よりも短い期間では、斜面崩壊が再発しにくく、斜面崩壊の免疫性が存在することが定量的に示されたといえる。

#### IV 章：枕崎台風に伴う死者数及び被災地点の検討

IV 章では聞き取り調査および郷土資料の収集に基づき、広島県における枕崎台風による死者数の分布と原因となった自然現象との関係を明らかにした。郷土資料に記載された死者数と聞き取り調査により判明した死者数を集計した結果、少なくとも 2,169 人の死者があったことが明らかになった（図 IV-1）。市町村別にみると、広島湾の沿岸に位置する市町村において死者数が多く、特に旧呉市や旧江田島町、旧大野町では 200 人以上の死者があった（図 IV-1）。死者の多くは枕崎台風の推定進

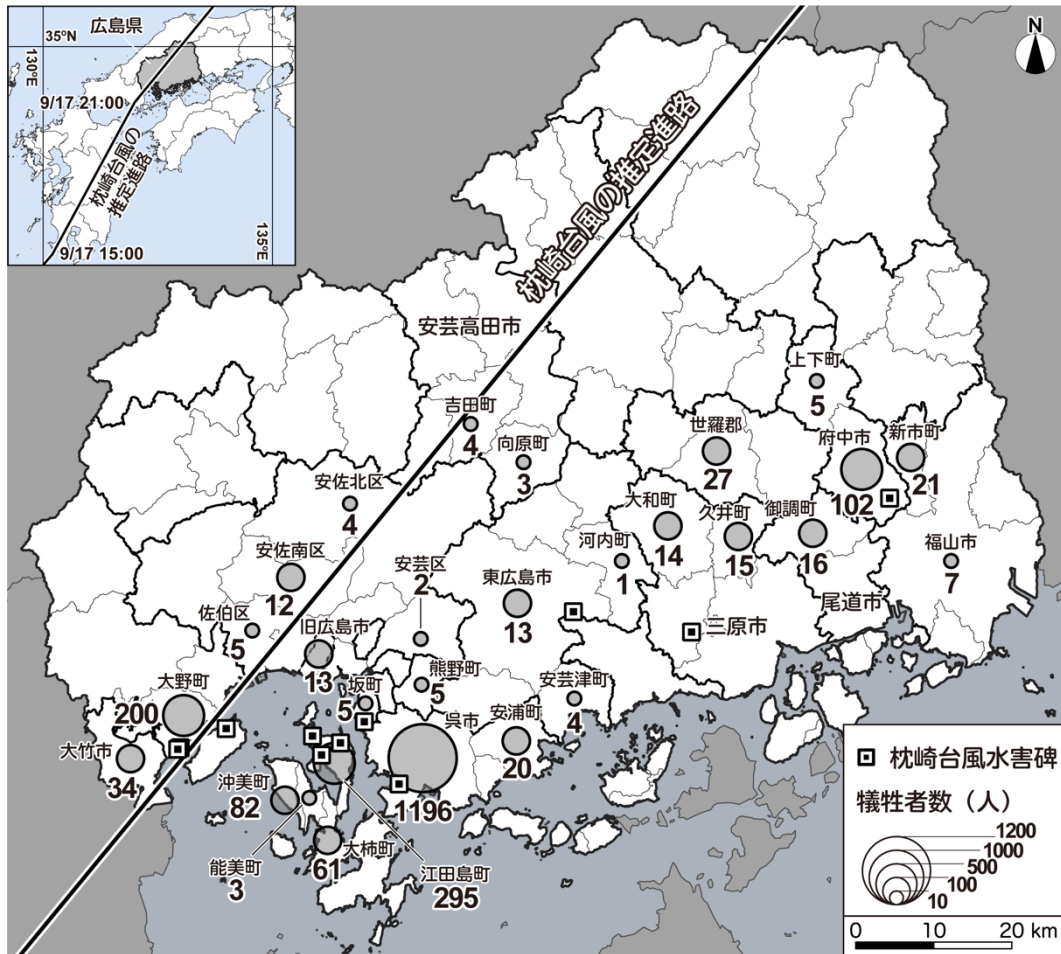


図 IV-1 本研究で明らかになった広島県における  
枕崎台風に伴う死者数の分布

注：死者数は2000年時点の市町村ごとに示した。図中の「旧広島市」は1945年当時の広島市（中区と南区の全域および東区と西区の一部に当たる範囲）を指す。図中の「世羅郡」はいずれの町であるかを特定できなかった。

資料：枕崎台風の推定進路は中央気象台編（1949）、広島県土木建築部砂防課編（1997）、気象庁 web サイト（<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bo-sai/report/1945/19450917/19450917.html>（最終閲覧日：2021年8月19日））を参照して作成した。枕崎台風に関連した水害碑の分布は熊原ほか（2017）および現地調査に基づく。基図は国土交通省国土数値情報（行政区画データ）の2000年および2021年のデータを用いて作成。

路の東側，危険半円にあたる範囲に分布する。

枕崎台風に伴う死者のうち，死者が生じた地点を詳細に明らかにできた 1,830 人について，災害の原因別に割合をみると，土石流は 89.7%（1,641 人）であり，洪水は 10.3%（189 人）である。これまで，広島県における枕崎台風に伴う死者のうち，3分の2は土石流が原因の死者であり，3分の1は洪水による死者とされてきた（河田ほか 1992）。しかし，郷土資料に基づくと，土石流による死者は全体の 90%近くを占めている。

図 IV-2-a に死者が生じた地形条件を災害の原因別に示した。土石流による死者では，沖積錐の割合が 92.2%（1,513 人）であり，かなりの割合を占めている。洪水による死者では，谷底平野や氾濫平野，自然堤防を含めた低地の割合が 89.9%（170 人）である。このうち，低地の中の微高地である自然堤防における死者が，低地全体における死者の半数以上（87 人）を占めている。自然堤防における死者は太田川沿いや芦田川沿い，黒瀬川沿いに分布する。これらの地域では，自然堤防上に集落が選択的に形成されていることに加え，微高地である自然堤防にまで浸水が及んだことが，自然堤防における死者が多かった要因のひとつであると考えられる。2014 年に広島市安佐南区で発生した被害（田中・中田 2018）や西日本豪雨の際に広島市安芸区で発生した被害（山本ほか 2019），2019 年に長野県長野市の千曲川流域で発生した被害（山本ほか 2020）と比較すると，これらの被害と同様の被害は枕崎台風の際にも広範囲で発生していたといえる。将来発生しうる災害を軽減するため，過去の災害における被害と地形条件との関係を検証することが重要であると考えられる。

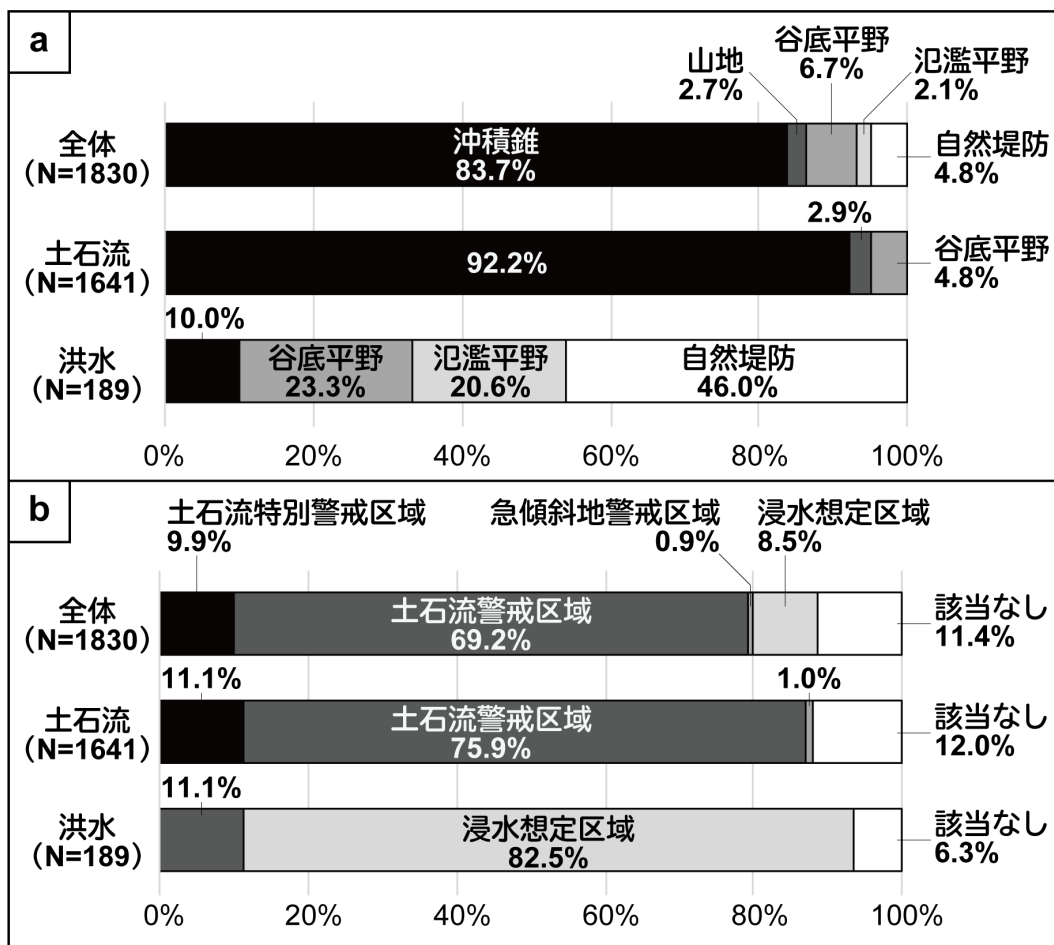


図 IV-2 災害の原因別にみた死者が生じた地点の地形条件とハザード情報

a: 死者が生じた地点の地形条件. b: 死者が生じた地点のハザード情報.

図 IV-2-b は死者が生じた地点のハザード情報を災害の原因別に示したものである。土石流では、警戒・特別警戒区域に含まれる死者の割合が全体の 87.0% (1,427 人) であり、枕崎台風の際に土石流により死者が生じた地点の多くでは警戒・特別警戒区域が適切に設定されているといえる。ただし、特別警戒区域の範囲内における死者は 11.1% (182 人) であり、警戒区域における死者の方が多い。枕崎台風と西日本豪雨のいずれでも土砂災害特別警戒区域よりも警戒区域における被害が多く (国土交通省 2018; 後藤・山中 2020)、警戒区域が特別警戒区域と比べて安全だというわけではないことを示しており、住居選択や避難計画

を行う際に十分考慮すべき情報であると考えられる。

## V 章：過去の豪雨災害に関する地理情報の防災教育への活用

V 章では中学校と高等学校の学習指導要領における防災教育の取り扱いを整理したうえで、枕崎台風に関わる地理情報を中学校社会科と高等学校における防災教育に活用した事例を示し、過去の豪雨災害に関する地理情報を防災教育に活用することの効果を議論した。2017 年と 2018 年に告示された中学校・高等学校学習指導要領では、改訂の要点として社会科地理的分野と地理総合において防災教育を重視することが示された（文部科学省 2018；2019）。防災教育では、生徒の生活圏における自然災害や防災を取り上げ、それらに関する地理情報を読み取り、まとめるための知識・技能を身につけさせることが求められている（文部科学省 2018；2019）。また、中学校および高等学校の学習指導要領のいずれでも、自然災害によって被災した地域を取り上げる際には、個人の置かれている状況やプライバシーなどに十分配慮する必要があることが示されている。学習指導要領における上記の記述を踏まえて、中学校と高等学校における防災教育に枕崎台風に関する地理情報を活用した実践を行った。

実践は、西日本豪雨の被災地となった熊野町立中学校と広島大学附属高等学校において行った。中学校では、生徒に対する心理的なストレスとならないように、生徒や保護者にとって生まれる前の出来事である枕崎台風に伴う土砂移動の範囲を地図化した教材を用いた Disaster Imagination Game (DIG) を行った。高等学校では、自身の経験を超えた災害が発生しうることを理解させるために、枕崎台風と西日本豪雨の際の斜面崩壊および土砂移動の範囲のマッピング、被害状況の聞き取り

や被災した地物の観察や計測などの現地調査，それらをもとにしたポスター発表を行った。

上記実践に基づくと，過去に発生した豪雨災害に関する地理情報を防災教育に活用することについて，大きく3つの効果があると考えられる。すなわち，ハザード情報が示された場所における災害リスクを理解させることができる点，長期的な視点での地域における災害の特徴を認識させることができる点，豪雨災害による被災地において生徒に対して心理的なストレスを与えにくい防災教育を行うことができる点である。

## 終章：結論と展望

本研究では，以下のことが明らかになった。

1945年9月の枕崎台風では，少なくとも6,668個の斜面崩壊が広島県において発生した。斜面崩壊の発生密度が大きい条件を抽出すると，最大24時間降水量が170 mm以上の地域のうち，花崗岩類が分布する地質条件で，標高200～500 m，傾斜量40～50°，傾斜方位南東から南西，平面曲率-0.3～0の地形条件である場所で発生密度が大きい。

枕崎台風と西日本豪雨に伴う斜面崩壊の特徴を比較した結果，素因である地形条件や地質条件は大きく変わらないにも関わらず，斜面崩壊の分布や地質条件ごとの斜面崩壊の発生密度には差異が認められた。

枕崎台風と西日本豪雨に伴う斜面崩壊の分布の比較に基づくと，枕崎台風に伴う斜面崩壊が発生した斜面と同一の斜面において，西日本豪雨に伴って発生した崩壊は113個であり，崩壊が再発したものは全体の1.4%にすぎない。また，再発した斜面崩壊の流下距離を比較すると，枕崎台風よりも西日本豪雨に伴う斜面崩壊の流下距離が短い傾向にあり，この要因として表層土が十分に回復していないことが考えられる。枕崎

台風に伴って崩壊が発生した斜面において、西日本豪雨までの 73 年間で斜面崩壊の免疫性が保たれていると考えられる。

広島県における枕崎台風に伴う死者は 2,169 人であり、広島県南部の広範囲に分布する。死者の 89.7%は土石流による死者である。死者のうち、土石流による死者の 92.2%は沖積錐に分布する。また、洪水による死者の 89.9%は低地に分布し、特に、自然堤防における死者が低地全体における死者の半数以上を占めている。ハザード情報との関係では土石流による死者の 87.0%が警戒・特別警戒区域に分布し、洪水による死者の 82.5%は浸水想定区域に分布する。

枕崎台風のように古い時代の災害を防災教育で扱うことで、ハザード情報が示された場所における災害リスクを、実例を挙げて理解させることができる点、長期的な視点で地域の災害の特徴を理解させることができる点、豪雨災害による被災地において、身近な地域を素材にしながら生徒に対する心理的なストレスを与えにくい防災教育を行うことができる点の 3 点の効果があると考えられる。

過去に発生した個々の災害で生じた斜面崩壊や土砂移動、浸水の範囲といった情報を空中写真判読に基づいて地図化したり、GIS データとして集めたデータベースを構築したりすることや過去の災害による被害を文献資料などに基づいて地図化することは、過去の災害に関する具体的な情報へのアクセスを容易にし、市民や行政などが現実感をもって災害リスクを認識できる点で重要であると考えられる。そのうえで、斜面崩壊や土砂移動、浸水の範囲と死者の位置に関する情報を重ね合わせて地図化することによって、従来の土砂災害警戒区域や浸水想定区域の情報に基づく地域のリスク評価に加えて、過去の土砂移動や浸水の範囲および災害発生履歴に基づいて、地域のリスク評価を行うことができるよ

うになると考えられる。さらに，地図化された情報や GIS データは，防災教育において生徒が過去の災害や地域の災害の特徴を調べる活動を行う際に，生徒の理解を助ける材料となると考えられる。本研究のように，過去の災害における斜面崩壊や土砂移動などの現象とそれに伴う人的・物的被害を詳細に明らかにする研究が進展し，地図化や GIS データ化などによって集積されることが期待される。