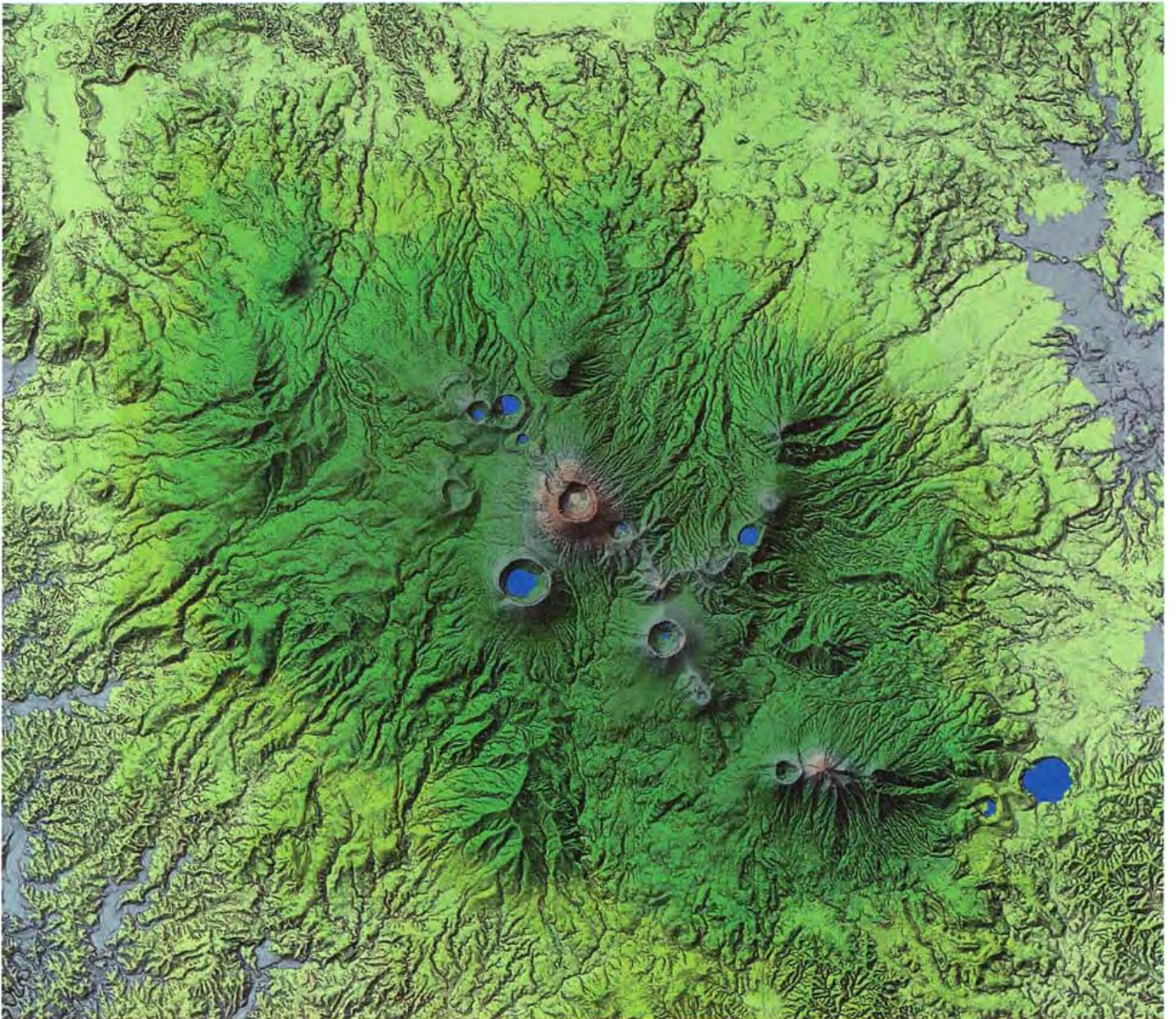


1:30,000 火山土地条件图

霧 島 山

国土地理院



火山土地条件図「霧島山」について

わが国は世界でも有数の火山国で、多くの火山災害が記録されています。このような災害のすべてを防止することは極めて困難ですが、被害を最小限に食い止めるための対策が緊急の課題となっています。このため、国土地理院では、1988年度から活動的な火山及びその周辺地域を対象に、土地の基礎的条件の調査である火山土地条件調査を行っています。本調査は、主として地形分類（土地の形状をその成因、変化の歴史、構成物質等により分類し、分布を示すこと）と、各種機関・施設の分布状況の調査（防災に関する公的機関、救護保安施設、河川工作物等の位置の把握）から成り立っています。火山土地条件図は、その調査結果を地形図上にまとめたものです。

本図の範囲は、鹿児島・宮崎両県にまたがる霧島山全体とその山麓部を含む地域です。霧島山は、天孫降臨伝説があり、麓に霧島神宮をかかえる高千穂峰などは、古くから霊峰として信仰を集めてきました。また、南西麓を中心に多くの温泉がわき出て、中央部のえびの高原など登山・ハイキングスポットとともに、現在では南九州の一大観光地となっています。一方、霧島山は活発な活火山でもあり、歴史時代以降も御鉢・新燃岳を中心に噴火活動がたびたび発生し、人的災害を与えるような噴火も数多く起こっています（表2）。また、火山地域では大量の未固結堆積物が斜面に堆積しているために、土石流の起こりやすい環境となっていますが、霧島山も例外ではありません。南西部の温泉変質帯では地すべり、周辺のシラス台地でも斜面の崩壊など、土砂災害が報告されています。

火山土地条件図「霧島山」の地形境界線は、空中写真判読によって引いたものです。分類については、空中写真判読で得た知見をもとに、文献の記述を加味して推定しています。一部は、現地調査によって確認しています。霧島火山体の形成年代については文献から引用しました。過去の火山活動により形成された地形や、その後の侵食作用・堆積作用により形成された地形など、この地域の土地の成り立ちを読みとることが出来ます。加えて、地すべり地形や土石流堆・崖錐等の不安定土塊、土石流跡・土砂洗掘の見られる溪床など、土砂災害に関連する部分の表示も行っています。全体として、火山砂防の分野で役立つものと期待しています。

調査地域の地形

霧島山は、韓国岳・新燃岳・大浪池・高千穂峰などを中心とする20数個の火山群からなっています。九州には直線状に大カルデラ火山が並んでおり（図1）、霧島火山群の北西部にも加久藤カルデラの存在が知られています。加久藤カルデラの地形は、南東縁では後に噴出した霧島火山の噴出物に一部覆われて分かりにくくなっていますが、北西縁では今日でも痕跡を見ることができます。加久藤カルデラの内部には、2万4千年ほど前まで湖（古加久藤湖）が存在したと言われています。

調査地域の大部分を占めるのは霧島火山群の火山体です（図2）。北西部は全体として北西—南東方向に伸びた楕円形の火山群の集まりを形成しており、南東部では高千穂峰をはじめとするいくつかの火山が東西方向に連なっています。霧島火山群の多くは、火山体の大きさに比較して火口の大きい火砕丘（韓国岳・大浪池・新燃岳など）や、マール（大幡池・琵琶池など）の地形を示し、火口湖が多く分布しています。また、飯盛山・甕岳などでは山麓の溶岩流の微地形が非常によく保存されており、溶岩堤防・溶岩皺などの構造を見ることができます。

これらの火山群の山麓では、部分的に火山麓扇状地が発達していますが、多くは入戸火砕流堆積物の形成するいわゆるシラス台地となっています。シラス台地は始良カルデラの形成に伴って噴出した大量の火砕流堆積物によってできた台地で、南九州一帯に分布し、この地方の地形の大きな特徴となっています。



図1 九州の火山（カルデラを含む）の分布（一色他, 1968 を編集）

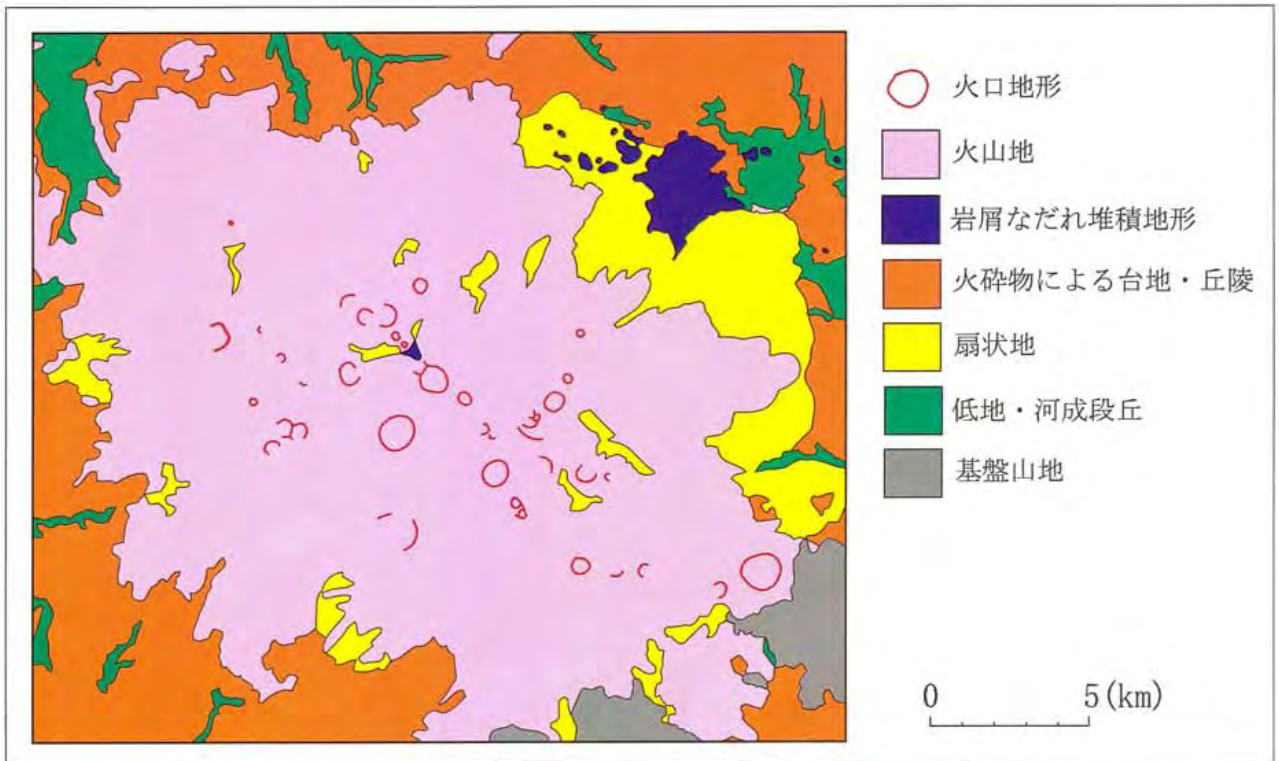


図2 調査地域の地形概念図

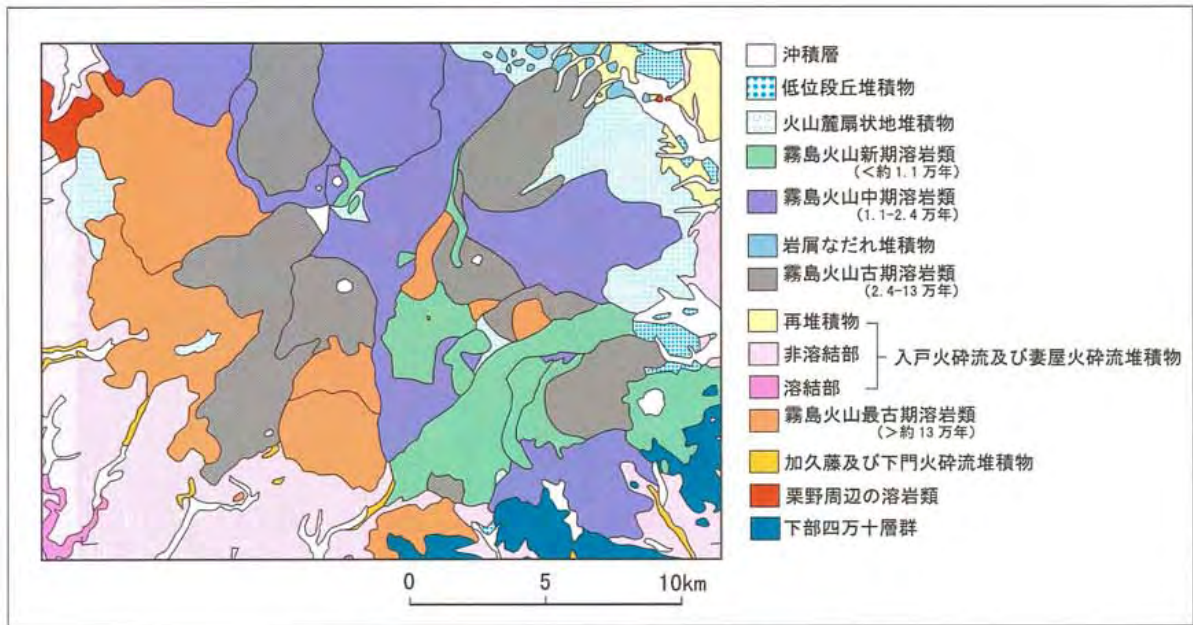
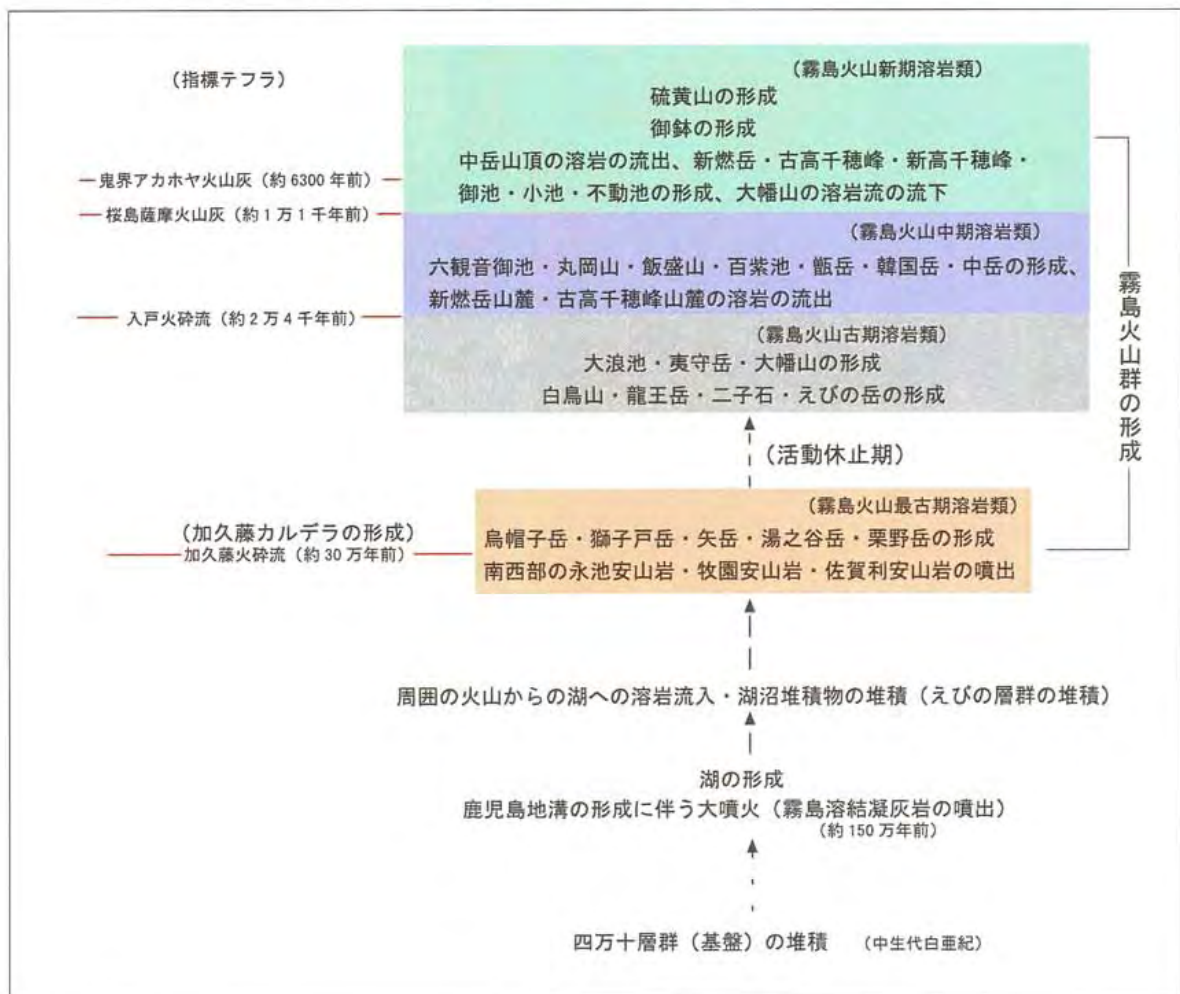


図3 調査地域（北端部を欠く）の地質図（宇都他，1997を編集）

表1 調査地域の地史（宇都他，1997；井村，1994；新エネルギー総合開発機構，1987を参考に編集）



霧島山の成り立ち

霧島火山群の基盤となっているのは、中生代白亜紀に堆積した下部四万十層群です。これらは調査地域の南東端に分布し、現在低い山地や丘陵地となっています。

この地域での最初の火山活動は、深層ボーリングによって確認されました。噴出物は地下深くに分布し、地表には露出していません。これは、霧島溶結凝灰岩と呼ばれ、約150万年前に、鹿児島地溝の形成に伴う大噴火によって噴出した大規模な火砕流堆積物です。霧島溶結凝灰岩は陥没構造の上に堆積し、その上位にはえびの層群と呼ばれる地層が発見されています。これは、湖沼堆積物と安山岩が交互に堆積したもので、霧島溶結凝灰岩の噴出後、この地域に存在した湖に、時々近くで噴出した安山岩溶岩が流れ込んだためです。これらの出来事は、霧島火山が誕生するはるか以前の事です。

霧島火山群の活動は、30万年前位から始まったとされています。初期の火山体のうち、現在も地上で見られるものは、南西麓の古い火山体や栗野岳・烏帽子岳などです（最古期溶岩類）。これらの一部はすでに侵食により地形が分かりにくくなっています。また、この時期入戸火砕流のような大規模火砕流を噴出し、加久藤カルデラが形成されました。

その後、しばらくの間活動休止期間がありました。約10万年前活動を再開して以来、現在まで火山活動が続いています。便宜上、時代は指標テフラによって3分されています。本図では、最新の文献である宇都他（1997）に基づいて時代区分を行っています。古期溶岩類として分類される時代に形成された火山は、入戸火砕流（約2万4千年前）以前の、白鳥山・えびの岳・大浪池などです。その後、桜島薩摩火山灰（約1万1千年前）の降下までの間に形成され、中期溶岩類として分類されるものは、韓国岳・中岳・甑岳などです。この時代の火山になると、溶岩流の地形もよく保存されています。桜島薩摩火山灰以降、現在までに形成され、新期溶岩類に区分されるものは、高千穂峰・御鉢・御池・新燃岳・硫黄山などです。これらの中には、歴史時代以降も活動を続けている御鉢・新燃岳、1768年に形成された硫黄山が含まれます。

近年、電気比抵抗調査・人工地震探査を用いた霧島火山の地下構造調査が霧島火山群構造研究グループによって盛んに行われており、火山の内部構造の解明に大きな成果を上げつつあります。これらの調査により、霧島火山群が、北西－南東に並ぶ火山列（新燃岳・韓国岳等）と、南西部に位置する東西に並ぶ火山列（高千穂峰等）からなっていることが地下構造からも裏付けられ、両者はマグマ供給系が異なることが明らかになりました。新燃岳等では比較的浅い所からマグマがゆっくり上昇し、また、地下に存在する帯水層にマグマが触れることによって水蒸気爆発を起こしやすいとされています。一方、御鉢では地下に帯水層は存在せず、深部からマグマが急激に上昇すると推測されています。

霧島山の火山防災について

過去にどのような災害が起こったか

表2は、霧島山地域で過去に起こった人的被害を伴った自然災害と、最近の火山活動の様子を表にまとめたものです。噴火活動・周辺での地震はもっと頻繁に記録されています（岩橋他、1998）が、主なものをピックアップしています。

火山から得られる恵みはとて大きく、霧島山においても、美しい景観・ミヤマキリシマなど特有の植物・温泉など、多くの人を引きつけています。一方、火山地域ではその活動による自然災害が避けられません。

霧島山地域の自然災害で最も人的被害を出しているのは、噴火による直接的な災害です。噴火

表2 霧島周辺の噴火・自然災害史 (宮崎地方気象台, 1967; 宮崎県, 1969; 小田, 1921;
砂防・地すべり技術センター, 1990; 露木他, 1980)

西 暦	
742	御鉢噴火。北麓の溶岩流出。
788	御鉢大噴火。高原スコリア噴出。有史以降の霧島火山では最大の噴火。
1235	御鉢噴火。社寺ごとごとく焼失。
1566	御鉢噴火。火災により多数焼死。
1716-1717	新燃岳大噴火。降灰・噴石により甚大な被害。焼死・負傷者数十名。
1768	えびの高原で噴火、硫黄山形成。
1895	御鉢噴火。死者4名。
1896	御鉢噴火。死傷者2名。
明治30年代	韓国岳火口の一部崩壊。
1900	御鉢噴火。死傷者5名。
1913	真幸地震。飯盛山北麓付近で局所的な群発地震。
1942	硫黄谷で地すべり。旅館埋没、死者16名。
1949	硫黄谷で地すべり。旅館埋没、死者34名。
1954	新湯温泉で地すべり。旅館埋没、死者9名。
1959	新燃岳噴火。西側斜面に火口列形成。
1968	えびの地震。飯盛山北麓付近を震源として群発地震(最大震度VI)。えびの市真幸地区を中心に負傷者35名。シラスの斜面崩壊、家屋・構造物被害多数。
1971	手洗温泉の水蒸気爆発。地すべり発生。
1991	新燃岳小噴火。

災害は、広範囲に大きな影響を与えます。歴史時代の噴火は、表2のとおり、硫黄山を除き御鉢と新燃岳で起きています。噴火災害には溶岩流・火砕流の噴出、火山灰の降下等がありますが、これらについては、過去の噴出物の到達範囲・火山灰降下範囲を調べることにより、将来同規模の噴火が起きると仮定した場合の災害の予測がされています(図8)。

他の人的被害を伴った災害として、斜面崩壊や地すべりによる災害があります。霧島地域の場合、この原因は山体の温泉変質によるものです。本来堅固な山体であっても、温泉変質作用によって岩石が変質すると、粘土化して地すべり・崩壊を非常に起こしやすい状況が生まれます。また、火山地では溶岩と未固結の火砕物が交互に堆積している場合も多いため、地すべりはさらに起こりやすくなります。図4は、調査地域の温泉(現在一般に利用されていないものも含む)の分布と、温泉変質帯の分布です。南西部に多く分布しているのが分かります。火山土地条件図「霧島山」には、崩壊地・地すべり地形・クラック地形を記入しています。霧島山の地すべり多発地域は温泉地帯でもあるため、多くは観光地となっています。現在では地すべり対策工事・砂防ダムの建設が行われていますが、常日頃の監視が必要です。

土砂災害の発生域について

火山地域は、斜面上に大量の噴出物が堆積している事・急傾斜の山体を持つ事・地すべりが起こりやすい事・植生がない地域がある事から、土石流の多発地帯となっています。

図5は、調査地域の水系・裸地分布及び傾斜分級図です。土石流の原因として最も多いのは、豪雨によって、崩れやすい不安定な土塊が崩壊・流下するものです。斜面の傾斜20度~30度の部分(緑色の部分)は、一般に土石流発生の多発地域であるとされています。土石流は水系に沿って流下し、山麓に堆積して土石流堆を形成します。植生に保護されていない裸地では、土石流の発生頻度はさらに高くなります。図5からは、現在土石流が発生しやすい要因を持つ地域が読みとれます。一方、過去から土石流が大規模に堆積している地域が、火山土地条件図「霧島山」の「土石流堆」です。「土石流跡・土砂洗掘の見られる溪流」あるいはそれに隣接した地域では、特に警戒が必要です。

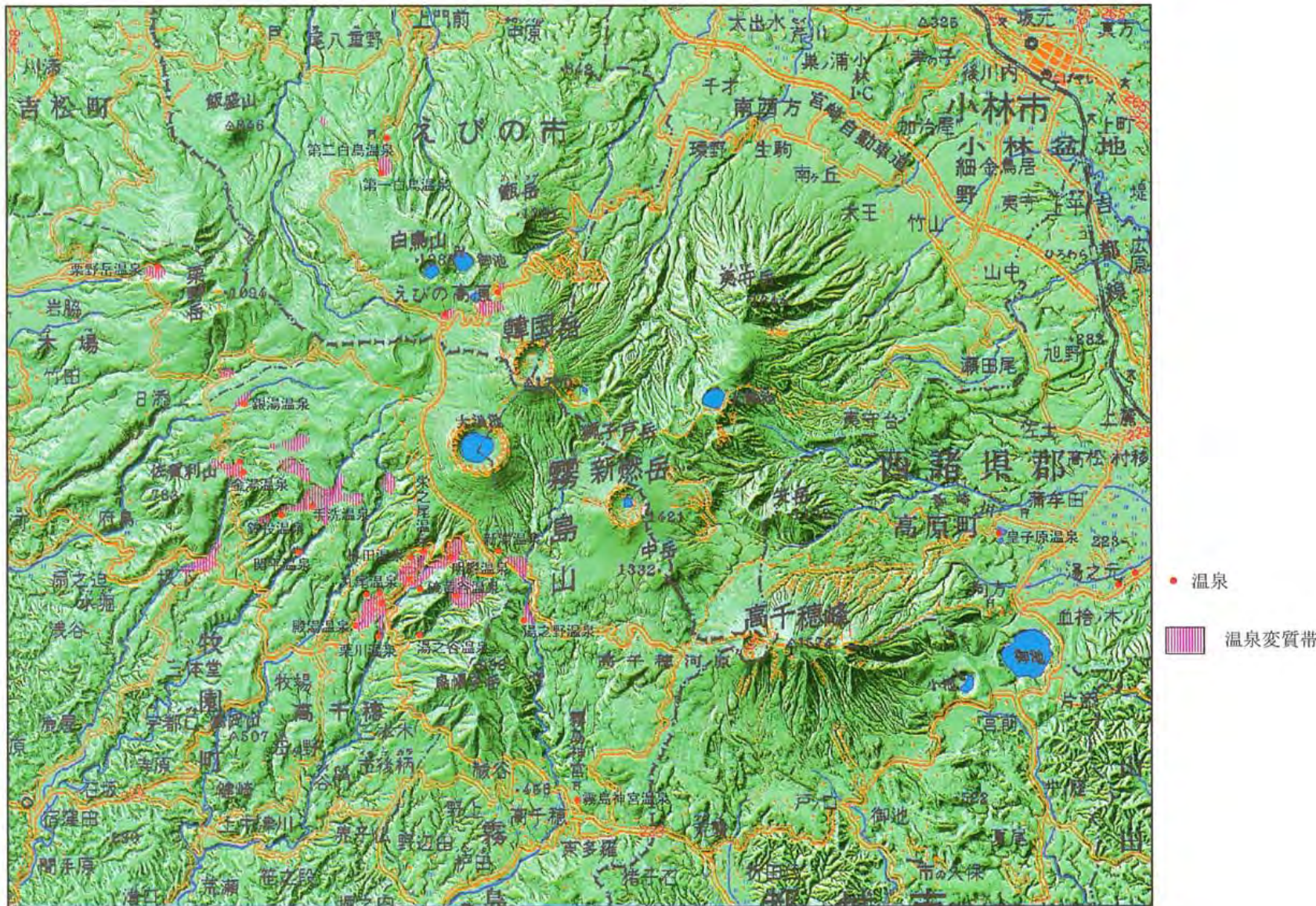


図4 調査地域の温泉及び温泉変質帯の分布 (温泉変質帯の位置については露木他, 1978; 山崎・林, 1975 から転写)

0 5 (km)

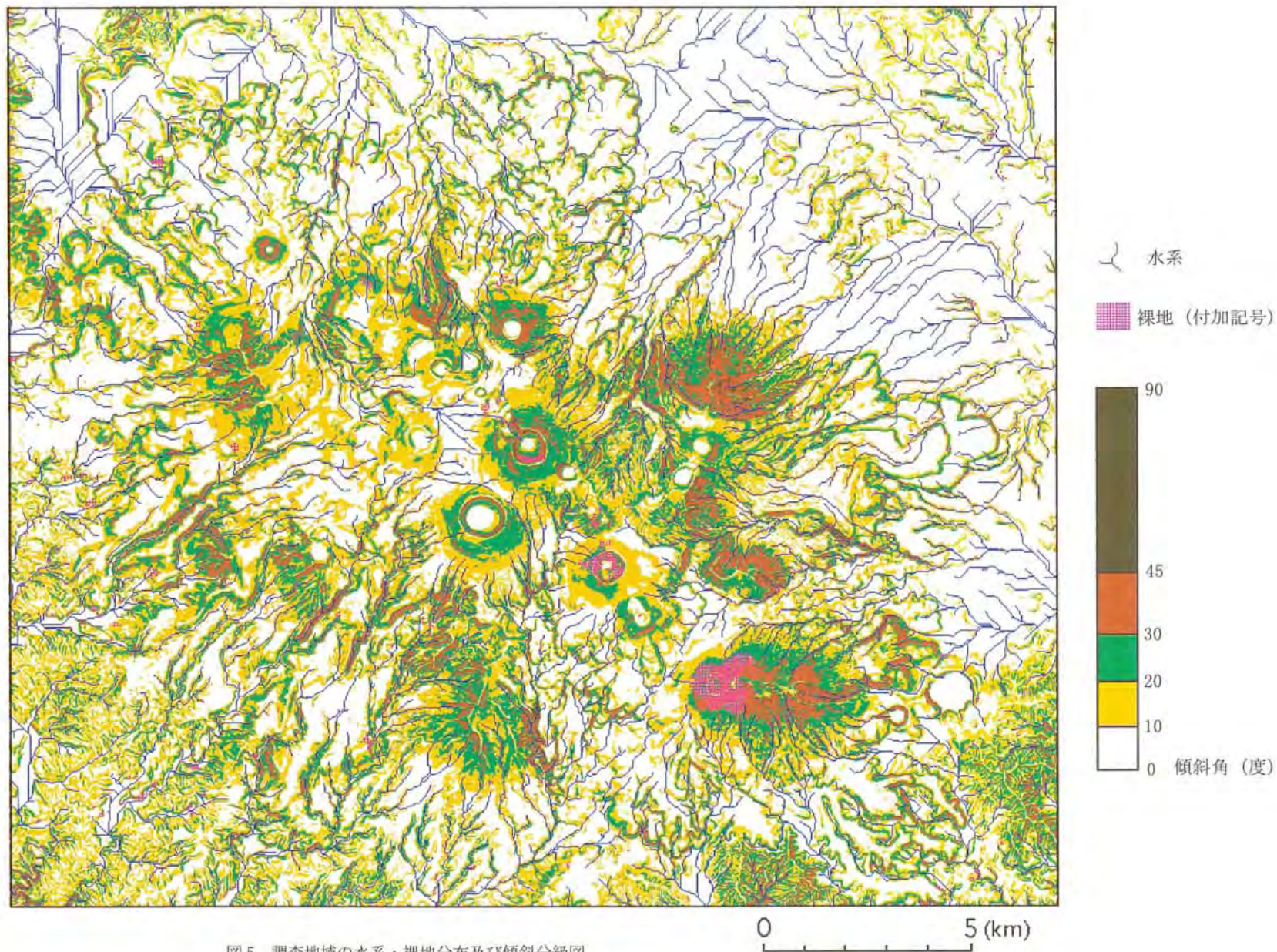


図5 調査地域の水系・裸地分布及び傾斜分級図

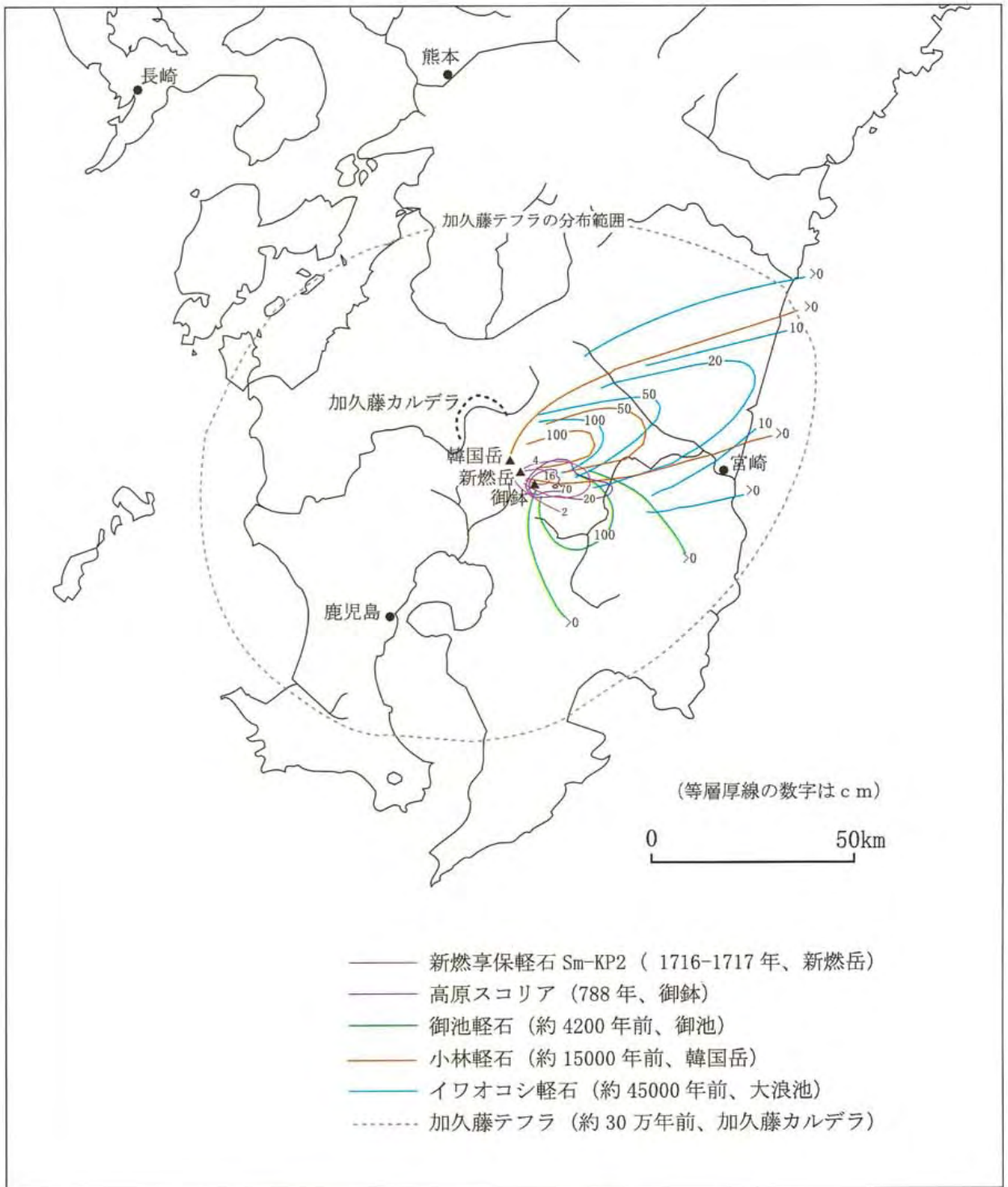


図6 霧島火山群の主要テフラの等層厚図 (等層厚線は町田・新井, 1992; 井村・小林, 1991; 井ノ上, 1988 を編集)

噴火の影響域について

有史以前の大規模な噴火と、有史以降の主な噴火による噴出物の降下範囲は、地質調査により明らかにされています(図6)。

加久藤カルデラを形成したような巨大噴火は、そうたびたび起こることではありませんが、九州では、加久藤カルデラの他にも阿蘇・姶良・阿多・鬼界カルデラの存在が確認されています。この種の噴火は、例えば南九州一円を覆ってしまうような、大規模火砕流の噴出を特徴としていますが、発生機構についてはまだ余り解明されていません。大規模火砕流は、時として千m級の山を乗り越えて四方八方に広がり、主に谷筋に堆積します。

御池軽石は、御池を形成した噴火によって噴出したものです。御池はマグマ水蒸気爆発と呼ばれる爆発的な噴火が山麓で起こり、形成されたものです。マグマ水蒸気爆発は、マグマが地下水に触れ、少量の水が供給されることによって、爆発的な噴火を起こすもので、多量の火砕物を含む噴煙を数kmにわたってあげるような噴火様式になります。降下テフラの場合、日本では偏西風によって山体の東側に厚く堆積する傾向があります。

その他のテフラは、大規模な山頂噴火によって噴出したものです。有史以前の噴火では、遠く日向灘までテフラを飛ばしていた事が、図6から分かります。

霧島地域の火山防災マップが、1997年地域の自治体によって作成され(監修:霧島火山噴火災害危険区域予測図作成検討委員会)、各戸に配布されています。図8は霧島火山防災マップを簡略化したものです。過去の噴火の様子から、新燃岳・御鉢・硫黄山・大幡山について、噴火の影響を予測しています。

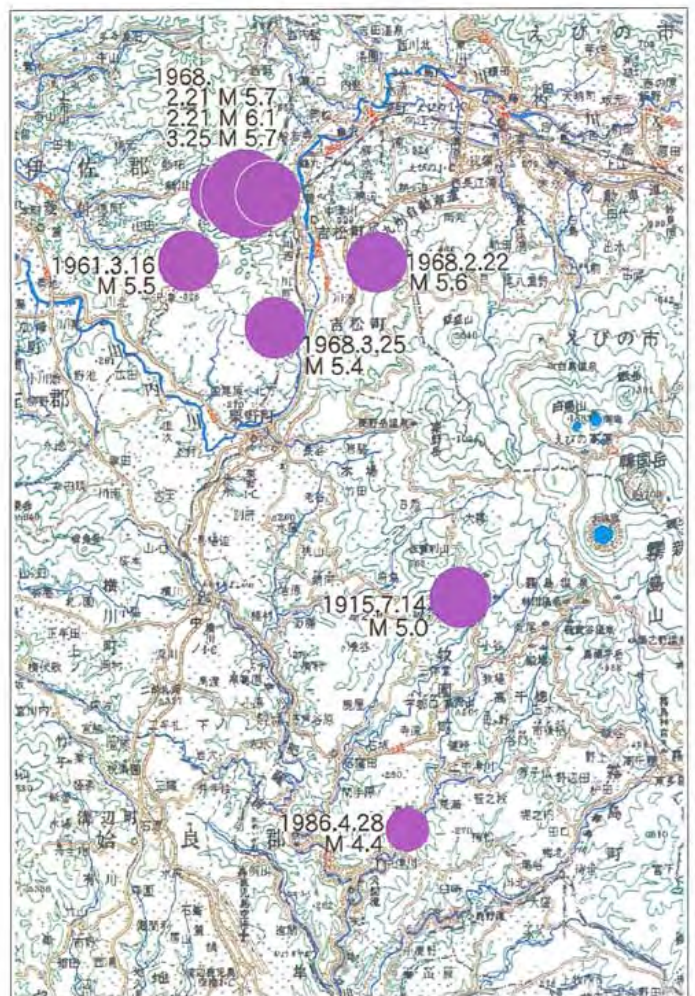
地震活動について

直接火山活動と関係のある場合ばかりではありませんが、霧島地域では過去に直下型の地震による被害がかなり大きな地震も記録されています。

えびの市の加久藤盆地周辺は過去に群発地震が数回記録されており(真幸地震・えびの地震等)、地震の巣となっています。また、霧島火山体直下でも小被害を伴う地震が記録されています。(図7)

霧島火山とは直接関係がありませんが、調査地域は日向灘を震源とするプレート境界型の巨大地震の影響を受けやすい距離にあります。地震によって元々不安定な火山斜面やシラス台地の斜面が崩壊を起こす現象は、過去少なからず起こっています。

図7 霧島山周辺の主な被害地震の震源分布



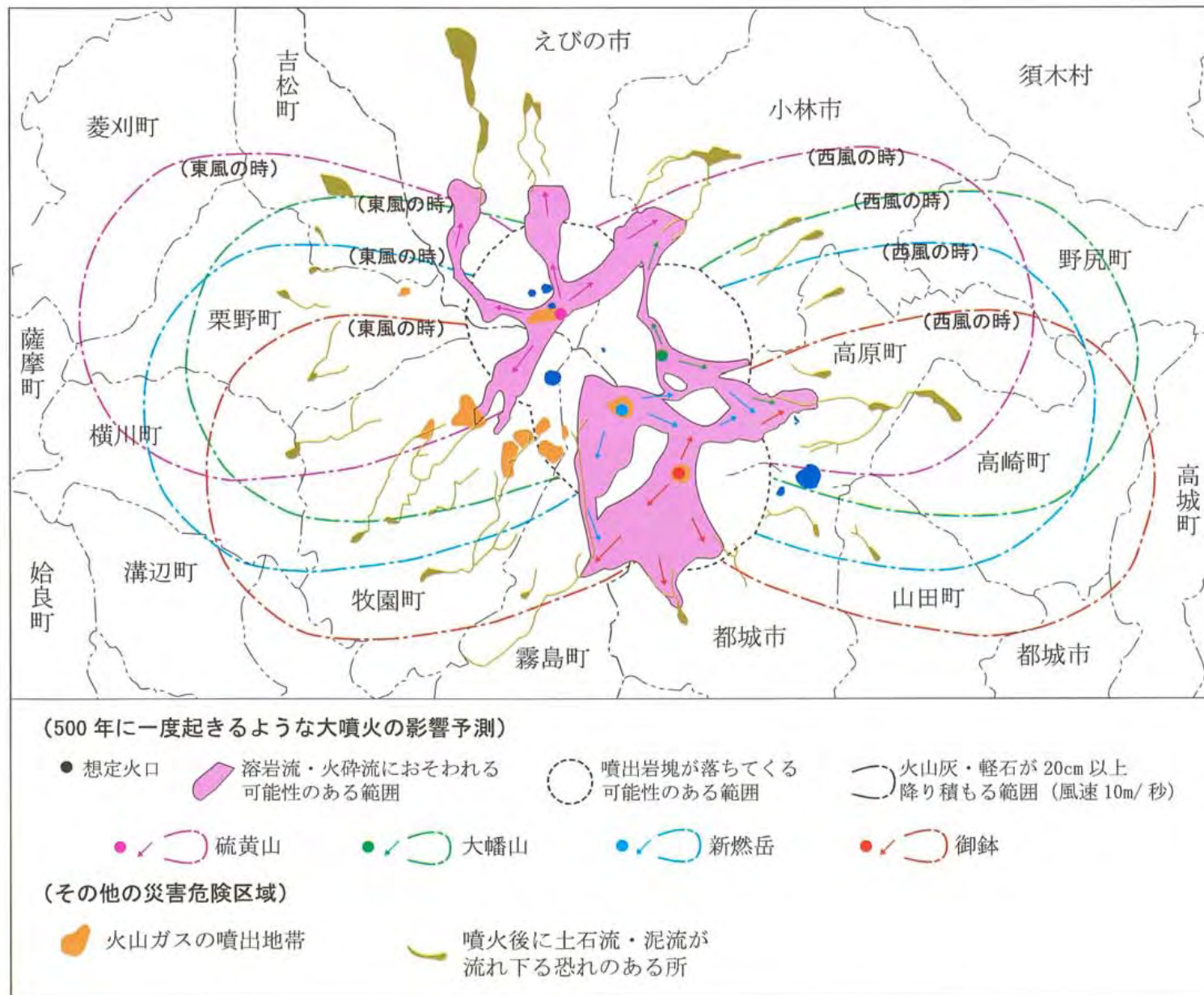


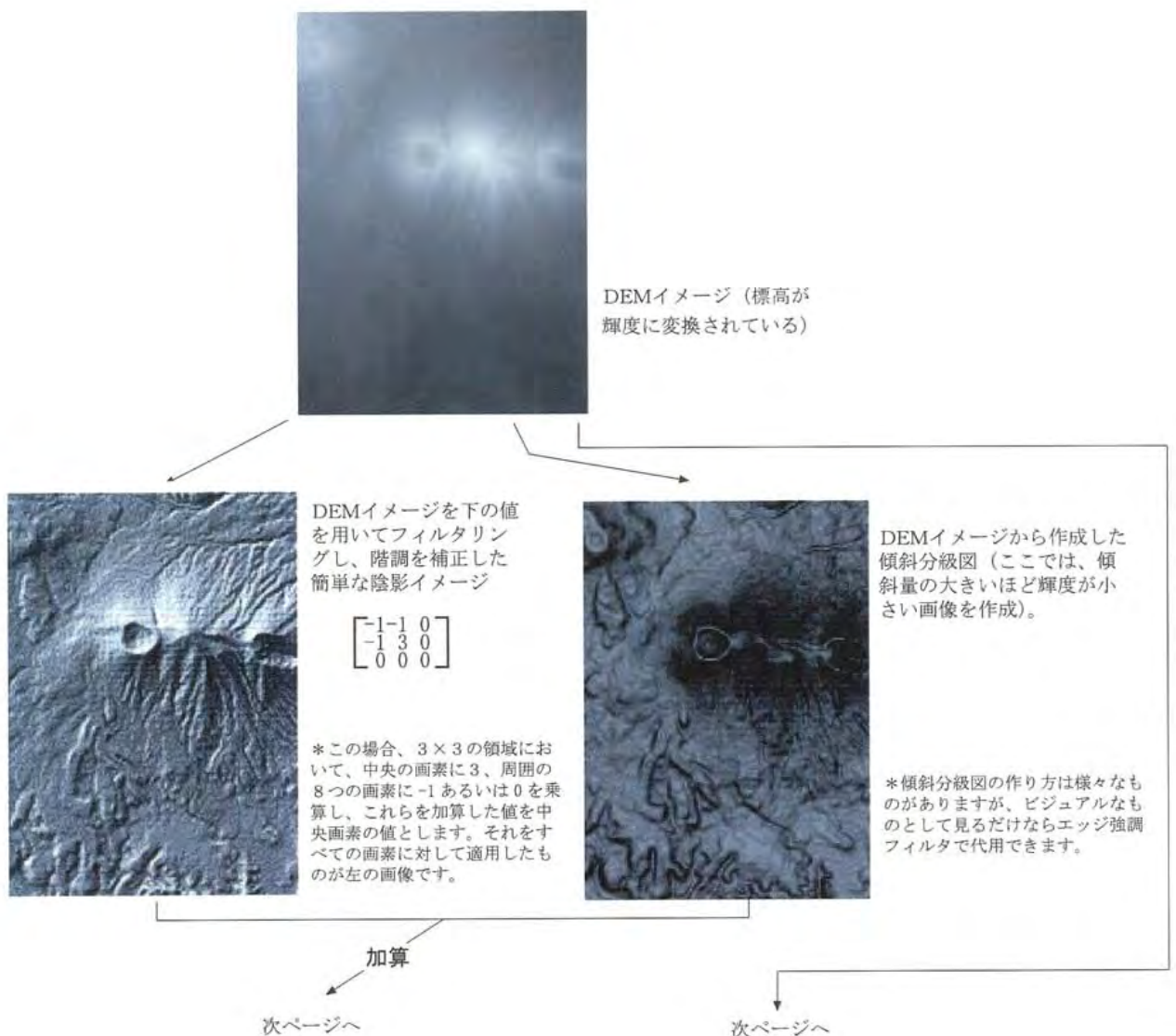
図8 霧島火山防災マップ(都城市・小林市・えびの市・高原町・栗野町・吉松町・牧園町・霧島町,1996を簡略化)

地形の概要をつかむーDEMから詳細な陰影図を作成する方法ー

近年、数値標高データ（DEM）の整備・利用が進んでいます。DEMは等高線図からある一定の格子間隔で標高値を読み、データとしたもので、各種シミュレーションや地形解析等様々な分野で利用されています。図5の傾斜角や水系網は、DEMから作成したものです。

一方、DEMを画像処理する事によって、溶岩ユニットの境界、上下関係、斜面の侵食の様子など地形の特徴を際立たせる事が可能で、地形調査の分野、特に火山地形調査に役立つと期待されます。火山土地条件図「霧島山」の作成においても、地形の概査に利用しました。本図の表紙には、DEMから作成した調査地域の陰影図を掲載しています。また、同様の陰影画像は、溶岩流の凡例にも利用しています。

(DEMを用いた陰影図の作り方)



前ページから



*また異なった陰影イメージが得られます。上の陰影イメージでは、平地が暗い色調になる欠点がありましたが、補正されています。傾斜分級図の階調を工夫すれば影の部分のみ残した画像も作成でき、応用範囲の広い画像が作れます。

前ページから



DEMイメージを下の値を用いてフィルタリングし、尾根・谷を強調したイメージ

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

*これは4近傍ラプラシアンと呼ばれるフィルタで、凸部に強く反応します。

乗算



地形の陰影イメージの完成。陰影の他に、尾根・谷が強調され、溶岩流の様子などが非常に見やすくなっています。この画像は、表紙に使われている他、火山土地条件図「霧島山」の凡例のうち、溶岩の部分に利用しています。

用語解説

入戸火砕流 始良カルデラの形成に伴い約 24,000 年前に噴出した大規模火砕流。鹿児島県を中心とする南九州一円に分布している。九州南部でシラスと呼ばれている堆積物の大半を占め、いわゆるシラス台地をつくっている。

温泉変質 酸性の温泉水が、これと接触する岩石に化学的変化を与え、変質・粘土化をもたらす作用。

崖錐 風化生成された岩屑が斜面の下部に堆積して形成された地形。

鹿児島地溝 露木 (1969) によって提唱された。地溝とは、ほぼ平行な 2 本以上の断層によって限られ、その間が相対的に沈降して形成された狭長な地形的凹地で、大規模なものは火山活動を伴う事がある。鹿児島湾の東西岸が地溝に相当するとされている。

火砕丘 (火山碎屑丘、碎屑丘) 降下火砕物 (火口から放出された火山灰、軽石、火山弾など破片状の固体物質の総称) が火口の周りに積み重なって生じた円錐形の火山体。火山体の大きさの割に大きな火口を持つものが多い。

火砕流 高温の火砕物 (火山灰、軽石など) とガスの混合物が、重力の作用により高速で斜面上を流下する現象。

火山麓扇状地 火山体を刻む谷の出口を扇頂として裾野に広がる扇状地。通常の流水で運ばれてきた砂礫の他に、火砕流堆積物などが介在している事がある。

河成段丘 河川の流路に沿う階段状地形で氾濫原よりも高い位置にあるもの。河川の下刻が進行して元の谷の中に新しい谷ができると、旧谷底は段丘面、新谷壁は段丘崖と呼ばれ、河成段丘が形成される。

岩屑なだれ 粘性の高いマグマの貫入による火山体の変形や水蒸気爆発、地震などが原因で、火山体の不安定な部分が表層なだれのように高速で崩れ落ちる現象。岩屑なだれ堆積物は表面に小丘状の流れ山地形をもっている。

鬼界アカホヤ火山灰 約 6300 年前に鬼界カルデラ (図 1) から噴出した降下軽石、火砕流堆積物とその降下火山灰を指す。縄文時代の広域指標層として重要。北海道・東北・八重山諸島を除く日本全域と、韓国南部に分布する。

クラック地形 地すべり・崩壊の前駆的な現象で、斜面にクラック (亀裂) や細長い凹地が生じた状態を指す。

桜島薩摩火山灰 約 1 万 1 千年前の桜島の噴火によって堆積した降下軽石及び火山灰。南九州一円に分布する事が確認されている。

地すべり 斜面構成物質が地下のすべり面を境界として滑動する現象。日本の地すべりは、第三紀層・破砕帯・温泉変質帯に起きることが多い。

指標テフラ テフラとは、噴火の際に火口から放出され、空中を運ばれて地表に堆積した火砕物の総称。年代が決定されているテフラの事を言い、地質の年代を決定する事などに広く利用される。

四万十層群 関東山地から赤石山地・紀伊半島・四国南部をへて九州南部まで、西南日本の太平洋側、四万十帯に分布する白亜紀～第三紀までに堆積した地層。調査地域内では、主に泥岩・砂岩・苦鉄質火山岩・チャート等から構成されている。

人工地震探査 火薬等により地震を発生させて、地震波の伝わり方によって地下の構造を探る方法。

樋状谷 断面が樋状の谷。谷壁は切り立ち、谷底は平らな形状を示す。

電気比抵抗調査 地中に電気を流し、岩石や地層の比抵抗差を利用して地下の構造を探る方法。

氾濫原 洪水時に流水が河道からあふれて氾濫する範囲の平野。平坦で、河川の近くに分布している。

ベースサージ 水蒸気-マグマ噴火や水蒸気爆発などで、垂直に上昇する噴煙柱の基部から地表に沿って四方に高速で広がる環状の流れ。

リニアメント 直線または緩やかな曲線状に配列する地形的な特徴。一般には、地質構造を反映した線状地形。

溶岩円頂丘 粘性の大きな溶岩から成る急傾斜の側面を持つ丘状の火山。溶岩ドームとも呼ばれる。

溶岩皺 比較的粘性の低い溶岩が流れるとき、表面に形成される皺状の地形。溶岩皺の配列から、溶岩流の流下方向を推定できる。

溶岩堤防 溶岩流の流動時にその側端部分が固結してできた、溶岩またはその破砕物からなる高まり。

参考文献

- 荒牧重雄 (1968) : 加久藤盆地の地質. 地震研究所彙報, vol. 46, 1325-1343.
- 荒牧重雄 (1969) : 鹿児島県国分地域の地質と火砕流堆積物. 地質学雑誌, vol. 75, 425-442.
- 有田忠雄 (1959) : 加久藤カルデラの提唱. 地学雑誌, vol. 63, 443-444.
- 波多江信広 (1956) : 霧島新湯温泉の山すべり. 鹿児島大学理科報告, No. 5, 37-52.
- Imura, R. (1992) : Eruptive history of the Kirishima volcano during the past 22,000 years. Geogr. Rep. Tokyo Metropol. Univ., vol. 27, 73-91.
- 井村隆介 (1994) : 霧島火山の地質. 地震研究所彙報, vol. 69, 189-209.
- 井村隆介・小林哲夫 (1991) : 霧島火山群新燃岳の最近 300 年間の噴火活動. 火山, vol. 36, 135-148.
- 井村隆介・古賀政行 (1992) : 霧島火山および入戸火砕流の¹⁴C年代. 火山, vol. 37, 99-102.
- 井ノ上幸造 (1988) : 霧島火山群高千穂複合火山の噴火活動史. 岩鉱, 83, 26-41.
- 一色直記・松井和典・小野晃司 (1968) : 日本の火山. 200 万分 1 地質編集図 11, 地質調査所.
- 岩橋純子・久松文男・石川弘美 (1998) : 火山土地条件調査報告書 (霧島山地区). 国土地理院技術資料 D・2 -No. 47, 32p.
- 鍵山恒臣・山口 勝・増谷文雄・井田喜明 (1992) : 霧島火山群・新燃岳の微噴火一活動の経過一. 地球惑星科学関連学会合同大会日本火山学会固有セッション講演予稿集, vol. 1992, No. 1, 2.
- 鍵山恒臣 (1994) : 霧島火山群における構造研究の意義. 地震研究所彙報, vol. 69, 177-188.
- 鍵山恒臣・歌田久司・三ヶ田均・筒井智樹・増谷文雄 (1997) : 霧島火山群の構造とマグマ供給系. 火山, vol. 42, S157-S165.
- 気象庁 (1972) : 手洗温泉付近の水蒸気爆発. 火山報告, vol. 11, No. 3, 57-60.
- 小林哲夫 (1986) : 桜島火山の断続的噴火によって形成された火山灰層. 鹿児島大学南科研委員会総合研究資料センター報告, 特集号 1, 桜島, 1-12.
- 小林哲夫 (1989) : 空から見る日本の火山, 第 47 章霧島山. 丸善. 202-205.
- 柔畑光博・東 和幸 (1997) : 南九州の火山灰と考古遺物. 月刊地球, vol. 19, No. 4, 208-214.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) : 火山灰アトラス. 東京大学出版会, 276p.
- 宮崎地方気象台 (1967) : 宮崎県災異誌. 535p.
- 宮崎県 (1969) : えびの地震の記録. 455p.
- 都城市・小林市・えびの市・高原町・栗野町・吉松町・牧園町・霧島町 (1996) : 霧島火山防災マップ. 霧島山噴火災害危険区域予測図作成検討委員会.
- 日本第四紀学会 (1996) : 第四紀露頭集一日本のテフラ. 352p.
- 西 潔 (1997) : 構造探査データを用いた霧島火山体浅部の 3D 速度構造. 火山, vol. 42, 165-170.
- 小田亮平 (1921) : 霧島火山地域地質調査報文. 震災予防調査会報告, No. 96, 1-65.
- 岡田 肇・横山勝三 (1982) : 霧島火山大浪池火口内における大隅降下軽石および入戸火砕流堆積物の発見とその意義. 火山, vol. 27, 67-69.
- 太田良平・沢村孝之助 (1971) : えびの・吉松地区地震震源域付近の地質. 防災科学技術総合研究報告, vol. 26, 21-33.
- 砂防・地すべり技術センター (1991) : 平成 2 年度第 2 回霧島火山砂防基本計画検討委員会説明資料.
- 沢村孝之助・松井和典 (1957) : 5 万分 1 地質図幅「霧島山」および同説明書. 地質調査所, 58 p.
- 下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明 (1995) : 火山の事典. 朝倉書店, 590p.
- 新エネルギー総合開発機構 (1983) : 地熱開発促進調査報告書 No. 3 一栗野・手洗地域一. 551-566.
- 新エネルギー総合開発機構 (1987) : 5 万分 1 国分地域火山地質図・10 万分 1 国分地域地熱地質編図及び説明書. 67p.
- 種子田定勝 (1968) : えびの・吉松地域の地震と地質. 火山, vol. 13, 61-73.
- 戸松稔貴・熊谷博之・國友孝洋・山岡耕春・渡辺 了 (1997) : 人工地震探査による霧島火山群の速度構造一波面法を用いた南北測線の初動走時データの開析一. 火山, vol. 42, 159-163.
- 露木利貞 (1969) : 九州地方における温泉の地質学的研究 (第 5 報) 鹿児島地溝内の温泉一特に温泉貯留体について一. 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), vol. 42, 85-101.
- 露木利貞・早坂祥三・小林哲夫 (1978) : 5 万分の 1 土地分類基本調査 表層地質図 (霧島山). 鹿児島県.
- 露木利貞・金田良則・小林哲夫 (1980) : 火山地域にみられる地盤災害とその評価 (1). 鹿児島大学理学部紀要 (地学・生物学), No. 13, 91-103.
- 宇都浩三・阪口圭一・寺岡易司・奥村公男・駒澤正夫 (1997) : 20 万分の 1 地質図幅「鹿児島」. 地質調査所.
- 山本 敬 (1960) : 肥薩火山区の火山地質学的並びに岩石学的研究. 九州工業大学地質学研究室 90p.
- 山崎直方・佐藤傳蔵 (1911) : 大日本地誌 VOL. 8 九州. 博文館, 1164p.
- 横山勝三 (1972) : 始良カルデラ入戸火砕流の流動・堆積機構. 東京教育大学地理学研究所報告, No. 16, 127-167.
- 日本地名大辞典 vol. 1 九州 (1967) : 朝倉書店, 513p.
- 新版地学事典 (1996) : 平凡社, 1443p.
- 地形学辞典 (1981) : 二宮書店, 767p.

(調査・編集 岩橋純子・久松文男・石川弘美)



火山土地条件図「霧島山」の範囲（黒枠）

平成7年及び平成9年 調査・編集 1刷
 平成11年 3月 1日発行
 著作権所有兼発行者 国土地理院

〒305-0811 茨城県つくば市北郷1番
 電話 0298(64)1111 (代表)
 表6色 裏4色 許可なく複製を禁ずる

※この図に関する問い合わせは下記まで：

国土地理院地理調査部
 地理第三課火山調査係 電話 0298(64)5907

